STUDIEN

ÜBER

DIE LAMPYRIDEN.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER PHILOSOPHISCHEN DOKTORWÜRDE

VORGELEGT EINER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT

DER

UNIVERSITÄT LEIPZIG

VON

HEINRICH RITTER VON WIELOWIEJSKI
AUS OLEJOWA IN GALIZIEN.

MIT ZWEI LITHOGRAPHIRTEN TAFELN.

LEIPZIG
WILHELM ENGELMANN
1882.

(Separat-Abdruck aus: Zeitschrift für wissensch. Zoologie. XXXVII. Band.)

SEINEM HOCHVEREHRTEN LEHRER

HERRN

GEH. HOFRATH PROF. DR. RUDOLPH LEUCKART

MIT DANKBARKEIT GEWIDMET

VOM

VERFASSER.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41545809_0200

Die glänzenden Resultate, die der modernen physiologischen, so wie auch synthetischen Chemie auf dem Gebiete der Phosphorescenzerscheinungen der lebenden Materie in den letzten Jahren zu Theil wurden[1], waren es, die mich, noch als Schüler von Professor Radziszewski in Lemberg, anregten, die anatomischen und mikrochemischen Beweise der neuesten Theorien des organischen Leuchtens auch am Körper unserer einheimischen Leuchtkäfer zu suchen. Die als specifische Leuchtsubstanzen von den Chemikern nachgewiesenen organischen Verbindungen, also vielleicht gewisse Alkohole, Kohlenwasserstoffe, Aldehyde, Fette etc. — nicht mehr den schon mit Recht ganz diskreditirten Phosphor, nach welchem die älteren Forscher mehrmals und vergeblich suchten, einerseits, und die durch die Theorie erforderlich gemachte alkalinische Reaktion bewirkenden Alkaloide andererseits — galt es in den leuchtenden Theilen der erwähnten Thiere mikroskopisch nachzuweisen, ihre Verhältnisse zu den Bestandtheilen der dieselben zusammensetzenden Zellen, also dem Protoplasma und Zellkern, festzustellen, wie auch zu versuchen, in den Veränderungen, die uns das Mikroskop an diesen Gebilden in verschiedenen Stadien ihrer Thätigkeits-, Reiz- oder Erschöpfungszustände zu demonstriren im Stande wäre, gewisse Gesetzmäßigkeit aufzufinden.

Das ziemlich reichlich während des Sommersemesters 1881 in Jena

[1] Ich erwähne hier nur die Arbeiten von Professor Radziszewski: »Über das Leuchten des Lophins.« Berichte der deut. chem. Gesellsch. 1877 und »Über die Phosphorescenz der organischen und organisirten Körper« in Justus Liebig's Annalen der Chemie. 1880.

sich darbietende Material an Lampyris splendidula (erwachsenen Thieren) und L. noctiluca (Weibchen und Larven) — so wie auch die Güte Herrn Professor Oskar Hertwig's, welcher mir sein Laboratorium zur Verfügung stellte und mir in den ersten Schwierigkeiten der histologischen Arbeit mit seinem Rath zu Hilfe kam — waren die Beweggründe, die mich zur Aufnahme der erwähnten Probleme in letzter Instanz veranlassten.

Dass ich in Betreff der außerordentlich schwierigen physiologisch-chemischen Fragen nicht zu erwünschten Resultaten gekommen bin, mag außer der Unzulänglichkeit meiner Kräfte, theils in dem Umstande gelegen sein, dass die zum Nachweis des Vorhandenseins der in den erwähnten chemischen Arbeiten als Leuchtsubstanzen beschriebenen Verbindungen dienenden Methoden meistentheils für die Mikroskopie unzugänglich sind; theils auch in dem schon mehrfach von den Lampyrisforschern beklagten Umstand, dass die erwähnten Thiere verhältnismäßig nur eine kurze Zeit leuchten, so dass einem jeden der ersteren erst dann die besten Behandlungs- und Versuchsmethoden einfallen, wenn die Flugzeit der erwachsenen Geschlechtsthiere entweder verflossen ist, oder ihrem Ende entgegen geht. Die rein morphologischen Probleme aber, die sich mir während meiner Arbeit darboten, gelang es mir zum Theil in befriedigender Weise zu lösen. Indem ich mich somit auf dieser Stelle oft mehrfach mit bloßer Andeutung der ersten Kategorie der sich an unsere Objekte knüpfenden Fragen begnügen muss, gestatte ich mir die wichtigsten der diese letzteren betreffenden Resultate mitzutheilen. Vorerst aber kann ich nicht umhin, Herrn Professor Oscar Hertwig in Jena, in dessen Laboratorium ich die vorliegende Arbeit angefangen, und Herrn Geheimrath Professor Dr. Rudolph Leuckart in Leipzig, unter dessen trefflicher Leitung ich dieselbe zum Abschluss brachte, für ihre wohlwollende Unterstützung meinen innigsten Dank auszusprechen.

Historisches und Kritisches.

Was die, unseren Gegenstand betreffende Litteratur anbelangt, so ist diese bis jetzt viel weniger umfangreich, als man es nach dem Interesse, welches die Leuchtthiere sogar bei Laien in Anspruch nehmen, erwarten würde. Nichtsdestoweniger ist sie reich an Widersprüchen, wie sich das aus der Vergleichung der von den bedeutendsten Forschern erlangten Resultate ergeben wird.

Die erste histologische Untersuchung der Leuchtorgane angestellt zu haben, ist Leydig's Verdienst. Er wies ihre zellige Struktur nach[1] und

[1] Lehrbuch der vergleichenden Histologie. 1857. p. 343 ff.

hielt dieselben für Theile des Fettkörpers, dessen Zellen nur eigenthümlich modificirt und mit dunklen Körnchen (dieselben konnten dem damaligen Zustande der Mikrochemie gemäß wohl noch als phosphorhaltig in Anspruch genommen werden) erfüllt seien.

Die leider allzuknapp zusammengestellten und durch keine Abbildungen näher erläuterten, nichtsdestoweniger aber bis auf den heutigen Tag, den späteren Arbeiten zum Trotze, geltenden Resultate der Untersuchungen Kölliker's[1] sind es, welche die chemische Zusammensetzung dieser wichtigsten Bestandtheile des Protoplasmainhaltes der Leuchtzellen feststellten. Durch vollkommen überzeugende Reaktionen wird darin dargethan, dass die so vielfach in diesen Organen in den Vordergrund tretenden dunklen Körner und Krystalle Harnsäureverbindungen (harnsaures Ammon) sind, die als Endglieder der durch die Oxydation der Eiweißsubstanzen sich entwickelnden Derivatenreihe anzusehen sind, und somit nicht — wie es mit dem Phosphor der Fall sein würde — die Leuchtsubstanz selbst vorstellen. Die daran sich anschließenden Angaben betreffen den Bau des Leuchtgewebes und die Anordnung der darin verlaufenden Tracheen und Nerven.

Ihrem Inhalte nach werden die Zellen des ersteren in »blasse«, körnchenärmere, und »weiße«, von Körnchen oft vollgestopfte unterschieden. Die körnchenreicheren Zellen, die bei den ventralen, in den hinteren Abdominalsegmenten der erwachsenen Individuen gelegenen Leuchtplatten die Oberseite bedecken, bei den knollenförmigen in den Seitentheilen des Abdomens des Weibchens von Lampyris splendidula zu fünf bis sechs Paar angeordneten Leuchtorganen aber auf der ganzen, der Leibeshöhle zugekehrten Oberfläche zerstreut sind, sollen nicht scharf von den »blassen« gesondert sein, da sich Übergänge zwischen beiden finden, und eben so wenig als integrirende Theile der Leuchtorgane anzusehen sein, weil sie mitunter auch fehlen.

Die vom Inneren des Körpers in die Leuchtorgane hineintretenden Tracheen werden ganz richtig als zwischen den »blassen« Zellen sich reichlich verästelnd und schlingenförmig sich mit einander verbindend dargestellt[2], was nachher von M. Schultze kategorisch bestritten wurde.

Auch die reiche Vertheilung der Nerven zwischen den Zellen wurde von Kölliker nicht übersehen: Verbindungen der beiden Elemente gelang es ihm aber nicht zur Ansicht zu bekommen, obwohl er dieselben für möglich, ja aus physiologischen Gründen für so nothwendig hält,

[1] Monatsberichte der Akademie der Wissenschaften zu Berlin. 1857. Verhandlungen der Würzburger phys. med. Gesellschaft. Bd. VIII. 1857.

[2] l. c. p. 2.

dass er weiterhin sogar die ganzen Leuchtorgane als nervöse, vorzüglich durch Nervenreize zur Funktion gelangende Apparate in Anspruch nimmt. Die von Leydig angenommene Homologie der Leuchtorgane mit dem Fettkörper wird somit in Abrede gestellt, vielmehr eine nähere Analogie mit den, gleichfalls als nervöse Organe gedeuteten, elektrischen Organen der Fische vermuthet. Danach folgt die erste der zwei Arbeiten Ph. Owsjannikow's (»Über das Leuchten der Larven der Lampyris noctiluca«. Bull. de l'acad. des sciences de St. Pétersbourg Tome VII pag. 55—61). Die physiologischen Ergebnisse derselben brauchen wir nicht näher anzuführen, da sie im Wesentlichen nur die schon früher erkannte Nothwendigkeit des Luftzutrittes für die Lichterscheinungen und die Schädlichkeit der Einwirkung anderer Gase konstatirt. Nur mit der Erklärung des spontanen Erlöschens des Lichtes können wir uns nicht einverstanden finden, da er dasselbe als Folge des Einziehens der knollenförmigen Leuchtorgane in die Leibeshöhle ansieht, und diese dort durch »die Eingeweide und andere Theile« versteckt werden lässt. Wir haben uns nämlich vergebens bemüht, an diesen Organen oder den zugehörigen Tracheenstämmen Muskeln aufzufinden und glauben nicht, dass die Kontraktion des Abdomens allein die erwähnte Erscheinung hervorzubringen im Stande wäre, zumal die Leibeshöhle, besonders in den die Leuchtorgane umfassenden Theilen, durch innere Organe wie auch den mächtig entwickelten und ein zusammenhängendes Netz bildenden Fettkörper vollständig gefüllt ist. — Es wird danach wohl richtiger sein, das Intermittiren des Lichtes beim Reizen dem direkten Einfluss der reichlich vorhandenen Nerven zuzuschreiben. Die bekannte, oftmals sogar als das letzte Wort in der Histologie der Leuchtorgane citirte Arbeit Max Schultze's[1] ist es, die wir jetzt näher ins Auge zu fassen haben, nicht nur desshalb, weil sie für uns selbst den Ausgangspunkt abgegeben hat, sondern auch desshalb, weil sie in einigen Punkten die überaus richtigen Angaben Kölliker's (l. c.) in den Hintergrund zu stellen vermochte.

Was zunächst die im Abdomen befindlichen Leuchtplatten der Männchen von Lampyris splendidula anbetrifft (nur diese hat Max Schultze untersucht), so bildet er einen im Serum angefertigten Sagittalschnitt ab, um die Lage der schon von Kölliker (l. c. p. 2) angedeuteten Schichten zu veranschaulichen. Die ventral gelegene und der durchsichtigen Chitinhaut zugewendete Platte besteht aus durchsichtigen oder

[1] »Über den Bau der Leuchtorgane der Männchen der Lampyris splendidula.« Sitzungsber. der niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. 1864. — »Zur Kenntnis der Leuchtorgane der Lampyris splendidula.« Archiv für mikr. Anatomie. Bd. I. 1865.

gelblich durchschimmernden, äußerst feinkörnigen Zellen, die aber in keinem Falle — wie es die Anwendung des polarisirten Lichtes zur Prüfung des Brechungsvermögens der in ihr enthaltenen und auch sonst im Körper vorkommenden Krystalle und Konkremente von harnsauren Salzen beweisen soll — eine Spur von Harnbestandtheilen enthalten. Die dorsale, schwerer in einzelne, »weiße« Zellen zerlegbare Schicht soll sich dagegen durch massenhaftes Auftreten der harnsauren Verbindungen »wesentlich« von der erstgenannten unterscheiden und von derselben »scharf abgesetzt« sein. Es ist dieselbe Schicht, welcher der Bauchnervenstrang und die übrigen Eingeweide aufliegen und durch welche die in die ventrale Schicht sich begebenden Tracheen- und Nervenäste hindurchtreten. Muskelbündel, die in den anderen Leibessegmenten der Bauchdecke dicht anliegen, stoßen an dieselbe von der dorsalen Seite an, ohne sich jedoch mit ihr direkt zu verbinden (l. c. p. 126). — Die wichtigste Aufgabe, die sich Max Schultze in diesen Untersuchungen stellte, war die, über das Verhalten der in die Leuchtorgane hereintretenden Tracheen und Nerven näheren Aufschluss zu finden. Es war auch die nächste Frage, die sich den chemischen und physiologischen Errungenschaften auf diesem Gebiete damals anschließen konnte. Denn dass die Athmung für das Zustandekommen der Leuchtprocesse unentbehrlich sei, das zeigten schon die von Max Schultze angezogenen Untersuchungen von Tiedemann[1] und Milne-Edwards[2] (die Arbeit von Owsjannikow scheint Schultze nicht gekannt zu haben) — dass diese Processe unter dem direktesten Einflusse des Nervensystems stehen, wurde mehrmals von Kölliker (l. c. p. 4, 7, 8) betont.

Es war also ein dringendes Postulat geworden, das bis jetzt nicht untersuchte Verhältnis zwischen den letzten Tracheenverzweigungen und den eigentlichen »Leuchtzellen« der ventralen Schicht aufzuklären und auch, womöglich, die Nervenendigungen an denselben aufzufinden, was Kölliker (l. c. p. 8) — allen Bemühungen zum Trotze — nicht gelingen wollte. Das erste Resultat, welches Max Schultze in diesen Untersuchungen zu verzeichnen hatte, bestand darin, dass die letzten Enden der von ihm beobachteten Tracheenverzweigungen konstant nicht mit Luft, sondern mit einer Flüssigkeit erfüllt waren. Der Verfasser scheint zwar diesen Umstand nur in so fern beachtet zu haben, als er in ihm die Ursache der Schwierigkeiten fand, die dem Auffinden der Tracheenendigungen in frischen Präparaten entgegenstanden; wir müssen ihm aber einige Aufmerksamkeit schenken, da er auch von anderen Forschern hervorgehoben wurde und ein recht abweichendes Verhalten

[1] Physiologie des Menschen. Bd. I. 1830.

[2] Leçons sur l'anatomie et la physiologie comparée. 1863.

des Tracheensystems unserer Thiere von fast allen bis jetzt bekannten erwachsenen Insekten bedingen würde, wenn wir den darauf bezüglichen Angaben eine unbedingte Beweiskraft beilegen könnten [1].

Weiter gelang es Schultze mit Hilfe der Maceration der Leuchtplatten in Oxalsäurelösung und Jodserum — seiner Meinung nach — die letzten Tracheenenden aufzufinden, die er als den feinsten Ästchen aufsitzende sternförmige Zellen beschreibt und abbildet.

»Das Tracheenstämmchen« — sagt er l. c. p. 131 — »ist (Taf. I Fig. 4 u. 5) bis an sein Ende vollkommen isolirt. Die Spiralfaser reicht so weit, als Luft in dem Röhrchen vorhanden ist; darüber hinaus setzt sich die Röhre in ein sehr blasses Fäserchen fort, welches ein feingranulirtes Aussehen hat und nicht mehr hohl zu sein scheint, sich schnell verdickt und in einen kleinen sternförmigen Körper übergeht, welcher das Ende des Tracheenästchens darstellt. Die Substanz, aus welcher dieses sternförmige Gebilde der Trachee besteht, ist eine farblose, granulirte Masse von gleicher Beschaffenheit wie die Fortsätze, die zu 4 bis 6 oder mehr nach verschiedenen Richtungen ausstrahlen, und von denen immer nur einer mit einem Tracheenästchen in Verbindung steht. Das Innere umschließt — wie es scheint, konstant — einen kleinen ovalen oder rundlichen Kern, so dass wir berechtigt sind, die Gebilde als Zellen zu betrachten, deren Protoplasma jedoch eine Abgrenzung durch eine besondere Membran abzugeben scheint.« »Die meisten der von diesen Zellen ausgehenden Fortsätze« — fährt er weiter fort — »scheinen zugespitzt oder wie abgerissen aufzuhören. Einzelne theilen sich vorher. Bezüglich ihrer feineren Struktur scheint aber — den Tracheenstiel abgerechnet — keine Verschiedenheit obzuwalten. Eine Verbindung der Fortsätze benachbarter Zellen unter einander habe ich nie gesehen. Dagegen scheint es mir nicht unwahrscheinlich, dass der Zusammenhang, welchen ich wiederholt zwischen einzelnen dieser sternförmigen Zellen und Parenchymzellen bemerkte, auf einer Verbindung beider mittels ihrer Fortsätze beruhe.«

Eine wesentliche Förderung erhielt die Kenntnis dieser Tracheen-

[1] Näheres darüber siehe weiter unten bei der Darlegung unserer eigenen Resultate.

endzellen — und, wie bekanntlich, die Histologie überhaupt — durch die von Max Schultze bei dieser Gelegenheit in die mikroskopische Technik eingeführte Anwendung der Überosmiumsäure. Die betreffenden Gebilde wurden nämlich durch die Einwirkung dieses Reagens, falls die Thiere noch lebend in die Lösung übertragen wurden und etwa eine Stunde darin verweilt hatten — und eben so verhielten sich auch die also behandelten, frisch herauspräparirten Leuchtorgane — sammt ihren Ausläufern tief schwarz gefärbt, da sich zwischen ihren Theilchen die durch Reduktion der Osmiumsäure ausgeschiedenen Osmiummoleküle in feiner Vertheilung ablagerten. Andererseits hat dieser scheinbare Vortheil aber auch die Folge gehabt, dass dem Beobachter die wahre Struktur und Bedeutung der betreffenden Gebilde unbekannt geblieben sind, da die allzu intensive Schwärzung derselben die Entdeckung der darin verlaufenden Tracheenästchen unmöglich machte und zur Überschätzung ihrer physiologischen Bedeutung hinführte — wie wir es in dem speciellen Theile unserer Arbeit darzuthun haben. Dazu sei hier weiter noch bemerkt, dass die Schwärzung, welche sich auf alle Ausläufer der »Tracheenendzellen« ausbreiten und als Mittel zur Feststellung ihrer Beziehungen zu den übrigen Elementen der Leuchtorgane dienen sollte, unseren Verfasser auch in so fern im Stiche gelassen hat, als er in Folge derselben nicht nur nichts Näheres über das Verhalten dieser Fortsätze erfahren konnte, sondern sogar die völlig richtigen Angaben Kolliker's (l. c. p. 2) über die Verbindung der Tracheenendästchen unter einander für unrichtig zu erklären sich berechtigt hielt.

Was die Innervation der Leuchtorgane anbetrifft, so ist übrigens auch Max Schultze zu keinem definitiven Resultate gekommen, da ihm nicht gelang, die Nervenästchen in Verbindung mit den Parenchymzellen bloßzulegen. Die Abbildungen, welche er seiner Arbeit beifügt, drängen uns aber die Überzeugung auf, dass er die letzten Nervenendigungen wirklich gesehen hat — und zwar in Form der von ihm (l. c. p. 136) erwähnten zarten, die Grenzen des Messbaren erreichenden Fäserchen —, derselben Gebilde, deren Verhalten später von Ph. Owsjannikow (Mém. de l'acad. de St. Pétersb. VII Ser. Vol. 11) an der Lampyris noctiluca näher studirt und jetzt von mir an Lampyris splendidula einer wiederholten Prüfung unterworfen wurde.

Es ist zum Schlusse der Darstellung der von Max Schultze erzielten Resultate noch hervorzuheben, dass dieser Forscher auch die lateralen Leuchtorgane der Weibchen von Lampyris splendidula untersucht hat, in denselben aber die auf Osmiumsäure reagirenden Zellen vermisste. Dafür aber bemerkte er eine pinselförmige Anordnung der Tracheenendästchen, eine Bildung, welche von uns gerade als das Wesent-

liche in jeder »Tracheenendzelle« nachgewiesen werden soll. Dass ihn diese Bilder übrigens nicht zur genaueren Untersuchung der letzteren geführt haben, ist wahrscheinlich mehr dem Mangel an entsprechendem Materiale, als dem Beobachter selbst zuzuschreiben.

Die Litteratur über die zweite, größere Species der in Mitteleuropa vorkommenden Leuchtkäfer — Lampyris noctiluca — beschränkt sich auf zwei Abhandlungen, deren eine von Targioni-Tozzetti herrührt, (als zweiter Theil der Arbeit: »Come sie fatto l'organo che fa lume nella lucciole volante« etc. in: Mem. della Soc. italiana di scienze naturali. Milano 1866. p. 11), während die andere von Ph. Owsjannikow (»Zur Kenntnis der Leuchtorgane der Lampyris noctiluca« Mém. de l'acad. de St. Pétersb. VII Ser. Vol. 11) verfasst ist. Der erstere bildet die bis dahin unbekannten Leuchtorgane des erwachsenen Weibchens ab und beschreibt die nämlichen Organe bei der Larve als im vorletzten Abdominalsegment gelegene, ovale Körperchen von etwa 0,20—0,25 mm Länge, die von einer dünnen, strukturlosen Membran umzogen sind und aus einer »Materia giallastra, semifluida, granulare« bestehen sollen, in welcher zerstreut größere und kleinere Bläschen zu finden sind. (Diese letzteren verglich er mit den von ihm in den »Acini digitiformi« der Luciola italica aufgefundenen Gebilden, die er Anfangs als den Schultze'schen »Tracheenendzellen« entsprechende Organe deuten wollte [a. a. O. p. 13]).

Der russische Forscher — welchem die erwähnte Arbeit unbekannt geblieben war — beschreibt dieselben Organe. Indessen lautet seine Darstellung vielfach abweichend. So findet er in den knollenförmigen Organen der Larve anstatt einer zähflüssigen Substanz die von Kölliker und Max Schultze beschriebenen Zellen und Nerven, sogar in inniger Verbindung mit einander (a. a. O. p. 15). In den von Targioni-Tozzetti beschriebenen Bläschen erkannte er mittels Essigsäure und Karmintinktion deutliche, mit Kernkörperchen versehene Zellkerne, die nur bei der Larve sich durch ihre bedeutendere Größe von denen der erwachsenen Geschlechtsthiere unterscheiden. Auch bei den letzteren fand er ähnliche Verhältnisse. Er beschreibt die betreffenden Organe — in Übereinstimmung mit den älteren Forschern — als aus rundlichen in zwei Schichten angeordneten Zellen gebaut.

Die Leuchtplatten dieser Species unterscheiden sich nach der Schilderung des Verfassers von denen der L. splendidula darin, dass die Parenchymzellen auf der Oberfläche in einzelne, der Zahl der sie versorgenden Tracheenäste entsprechende, polygonale Felder gruppirt sind. »wodurch das ganze Organ das Aussehen einer mehrlappigen Drüse erhält« (l. c. p. 4) und beim Zerdrücken mehr in

geraden Linien an einander gereiht erscheinen sollen, als es für die andere Species angegeben wird. Was Owsjannikow aber als Hauptunterschied zwischen beiden Arten andeutet, ist der Umstand, dass er in den Leuchtorganen der Larven wie auch der erwachsenen Individuen von Lampyris noctiluca trotz allen Bemühungen die »Tracheenendzellen« mit ihrem charakteristischen Verhalten nicht finden konnte. Zwar will er die Existenz derselben nicht entschieden ableugnen, da ihm die Beschaffenheit der mit Osmiumsäure behandelten Tracheenendästchen es unmöglich machte, dieselben in ihrem ganzen Verlaufe zu verfolgen. Man braucht aber nur einen flüchtigen Blick auf die entsprechenden Gebilde bei Lampyris splendidula zu werfen und dieselben mit den in seiner Arbeit (Fig. 7) gelieferten Abbildungen zu vergleichen, um alsbald zu ersehen, dass die Bedenken des Verfassers kaum berechtigt waren, da er die betreffenden Apparate weit über die Stellen, an denen die »Tracheenendzellen« bei Lampyris splendidula zu finden sind, hinweg, bis zu den Max Schultze unbekannt gebliebenen feinsten Tracheenendästchen verfolgt hat. Auch die bei M. Schultze vermisste Verbindung zwischen Parenchymzellen und Nerven hat er nachgewiesen. Er stellt dieselbe der von Pflüger in Epithelialzellen vorgefundenen zur Seite, eine Angabe, von deren Richtigkeit auch wir uns überzeugt haben, obwohl wir das Eindringen der Nervenfäserchen bis zum Zellkern selbst — wie er es angiebt — nicht nachweisen konnten.

Die Ansicht Kölliker's, dass das Leuchten nur unter Nerveneinfluss erfolge, widerlegte er durch den entscheidenden Versuch, dass er herauspräparirte Organe der Einwirkung starker Nervengifte, wie Strychnin, Curare und Calabar aussetzte und ihr Leuchten auch in ziemlich starken Lösungen unverändert vor sich gehen sah.

Methode der Untersuchung.

Der Darstellung unserer eigenen Resultate müssen wir an dieser Stelle einige Bemerkungen über unsere Objekte und die bei der Behandlung derselben angewandten Präparationsmethoden vorausschicken.

Während der Flugzeit, als mir lebende Exemplare massenhaft zu Gebote standen, zerzupfte ich die herausgenommenen Leuchtorgane theils (nach M. Schultze's Empfehlung) in Jodkalium, Oxalsäurelösung oder Jodserum, theils in Wasser oder Glycerin. Die ungenügende Übung in der Handhabung so außerordentlich zarter Objekte und die Unmöglichkeit lebende Exemplare der Lampyris splendidula nach der Flugzeit am Leben zu erhalten (die Weibchen derselben vertrockneten außerordentlich rasch in der Zimmeratmosphäre oder verfaulten sammt den abgelegten Eiern in meinen mit feuchten Blättern gefüllten Gläsern) sind

unter Anderem vielleicht die Ursachen, dass ich mittels dieser Methode zu den allerwenigsten Resultaten gelangt bin. Die dunklen, aus der »Uratschicht« M. Schultze's stammenden Körnchen, resp. Krystallmassen verdeckten auch die feineren Strukturverhältnisse der Gewebe gänzlich — das Auspinseln der Präparate wiederum vernichtete meistens sowohl die »Parenchymzellen« als auch die Peritonealhülle der Tracheen und die von M. Schultze entdeckten »Tracheenendzellen« —, so dass nur nackte Tracheenstücke mit den später zu beschreibenden Tracheenendästchen in der Zusatzflüssigkeit flottirend wahrgenommen werden konnten[1]. Durch Essigsäureeinwirkung erhielt ich auch eine Masse der typischen »wetzsteinförmigen« Harnsäurekryställchen, zwischen denen aber oft auch andere Krystallformen anzutreffen waren, die ich nicht beschreiben will, da ich ihre Zusammensetzung nicht ermittelt habe. In Präparaten, welche längere Zeit (eine Woche oder länger, bei Sommertemperatur) auf ausgehöhlten Objektgläsern in Oxalsäurelösung oder Jodserum geblieben waren, bildeten sich allmählich nach vorhergehender Auflösung der runden Körnchen von harnsaurem Ammon, große, oft bis 0,5 mm im Durchmesser erreichende ziemlich runde oder knollenförmige Steinchen, die im Inneren einen gröberen radiären Bau zeigten und das Licht mit weingelber Farbe durchschimmern ließen. In schwacher Kalihydratlösung fließen dieselben ziemlich rasch aus einander, gewöhnlich ein Stück organisirte Substanz: Chitin, bindegewebiges Häutchen etc. zurücklassend (Gegenstände, die — wie es auch sonst oft bei Krystallisationen wahrzunehmen ist — Attraktionscentra für die sich niederschlagenden Moleküle dargestellt haben).

Bei dieser Behandlung fiel es mir bisweilen auf, dass die Anfangs blasse Färbung dieser Steinchen im Laufe der Kalilaugeeinwirkung bis zu einem gewissen Grade in eine orange- oder ziegelrothe überging, um nachher gänzlich zu verschwinden.

Die besten Präparate, die ich besitze, verdanke ich meistentheils der Behandlung mit Osmiumsäure. Schwärzung der Tracheenendzellen und zum Theil ihrer Fortsätze, deutliches Hervortreten der feinen Tracheenästchen, deutliche Scheidung der Leuchtplatten in einzelne Zellenterritorien mit gut fixirten und sogar nach längerer Zeit zu färbenden Zellkernen, ziemlich gute Konservirung der Nerven in den Leuchtorganen und oft prachtvolle Bilder der Hypodermis sammt den in ihr enthaltenen Tastzellen und Nervenplexus — das Alles bietet ein noch unvollständiges Bild von den Vortheilen, welche dieses Reagens gewähren

[1] Dass dem berühmten Anatomen bei der nämlichen Behandlung der Objekte die pinselförmige Anordnung dieser Röhrchen, wie es unsere Fig. 10, Taf. XXIII zeigt, nicht vor die Augen gekommen ist, ist mir völlig unbegreiflich!

kann. Das von uns eingeschlagene Verfahren war im Wesentlichen dasselbe wie das von M. Schultze: ich legte die lebenden und leuchtenden Thiere in verschieden koncentrirte (von 0,1 bis 1%)[1] Lösungen der Osmiumsäure, oder setzte dieselben durch Aufhängen mittels eines Fadens im Gläschen über der Oberfläche der Lösung dem Einflusse der sich verflüchtigenden Substanz aus. Später wurden die Objekte in destillirtem Wasser ausgewaschen, oder direkt in Alkohol oder eine wässerige Glycerin-Alkoholmischung übertragen.

Die einige Monate lang in Alkohol aufbewahrten Organe wurden vor der weiteren Bearbeitung meistens — des erforderlichen Erweichens wegen — in verdünntes Glycerin oder ammoniakalische Karminlösung (welche die stark zusammengeschrumpften fast hornartig gewordenen Parenchymzellen zur gelinden Quellung brachten) eingelegt. Gute Präparate erhielt ich auch durch Färbung mit Hämatoxylin oder Pikrokarmin (welches sich aber für diese erhärteten Objekte weniger eignet), so wie mit der von Mayzel und Strasburger empfohlenen essigsauren Methylgrünlösung, welche ein besonders empfindliches Reagens für Zellkerne abgiebt, dieselben schnell und scharf, obwohl nicht sehr dauerhaft, färbend.

Nachherige Präparation wurde bei den feinsten Sachen mit feinen Pinseln bewerkstelligt.

Als Zusatzflüssigkeit erwies sich, besonders bei der Untersuchung feiner, nicht zu färbender Chitingebilde, Nerven etc., sehr vortheilhaft das essigsaure Kali in ziemlich dünner Lösung, welches durch sein schwächeres Brechungsvermögen die stark lichtbrechenden Tracheenkapillaren in ihrem Verhalten zu den Parenchymzellen oft sehr schön hervortreten ließ. Die Schnitte durch die in absolutem Alkohol gehärteten Exemplare wurden mittels des Schlittenmikrotoms in der im hiesigen zoologischen Institut gebrauchten alkoholischen Seife angefertigt. Die Einbettung geschah auf die Weise, dass ich die Thiere in die nach dem Schmelzen dünnflüssige Masse hineinbrachte, dieselbe noch einige Zeit erwärmte, oder sogar kochen ließ, wobei die Masse nicht nur in alle Hohlräume des Körpers, sondern auch in das Tracheensystem hineindrang, sogar oft die feinsten Ästchen desselben injicirte.

[1] Es ist mir leider unmöglich, die von mir gebrauchte Koncentration der Lösung mit der M. Schultze'schen zu vergleichen, da er dieselbe ziemlich ungenau als »500 bis 1000fach verdünnt« bezeichnet.

Das Parenchym der Leuchtorgane.

a) Ventrale Leuchtorgane der geschlechtsreifen Thiere.

Da die gröberen Verhältnisse der uns beschäftigenden Organe durch die früheren Forscher zur Genüge bekannt geworden sind, so brauche ich nur zur ersten Orientirung anzuführen, dass dieselben aus großen, auf der hier durchsichtigen (des dunklen Pigmentes entbehrenden) Bauchdecke des vorletzten und vorvorletzten Abdominalsegmentes ausgebreiteten Platten bestehen, die einen ziemlich bedeutenden (bis $^1/_4$) Theil des Querdurchmessers der Leibeshöhle einnehmen und durch die betreffenden Körpertheile mit gelblich weißer Färbung hindurchschimmern. Bei den Weibchen der Lampyris noctiluca gesellen sich noch zwei kleine, im letzten Segmente gelegene, knollenförmige Leuchtorgane hinzu (siehe Targioni-Tozzetti, l. c. Taf. I, Fig. 6 und 7).

Um über die von den früher erwähnten Autoren behandelten feineren Strukturverhältnisse dieser Gebilde näheren Aufschluss zu erzielen, untersuchten wir dieselben mittels verschiedener Methoden, die uns zu ziemlich übereinstimmenden, von denen der ersteren in einigen Hinsichten abweichenden Resultaten führten. An frischen Präparaten konnten wir an den erwähnten Bauchplatten beider Species keine zellige Struktur — so wenig wie auch die anderen Forscher — erkennen: desto vortheilhafter aber erwies sich die erwähnte Fixirung mit Osmiumsäure und Maceration in verdünntem Glycerin und Alkohol, wobei die einzelnen Zellen (durch Auflösung etwaiger Kittsubstanzen?) sich von einander trennten und die Beobachtung wesentlich erleichterten [1].

Die von den früheren Forschern beschriebene Zusammensetzung dieser Organe aus zwei von einander deutlich gesonderten und durchaus verschiedenen Schichten ist es, die wir zuerst in Betracht ziehen wollen, da sie uns bei der erwähnten Behandlung in etwas anderem Lichte erschien. Durch längeres Liegen im Wasser oder verdünntem Glycerin werden die in der »Uratschicht« körnig-krystallinisch niedergeschlagenen Salze bis auf geringe Spuren ausgezogen, und dann überzeugt man sich sehr leicht, wie wenig sich die beiden Schichten von einander unterscheiden. In ihren wesentlichen Merkmalen, in der Gestalt, der Größe der sie zusammensetzenden Zellen, wie auch im Verhalten derselben zu den Tracheen- und Nervenverästelungen, mit denen sie so reichlich versorgt sind, ist überhaupt kein Unterschied

[1] Ich bedaure sehr, die Arbeit von Owsjannikow etwas zu spät erhalten zu haben und nicht mehr im Stande gewesen zu sein, die von ihm empfohlene Behandlung mit Höllensteinlösung an frischen Objekten vorzunehmen.

zwischen beiden zu spüren. Beide bestehen aus typischen, durch gegenseitige Kompression polygonal gestalteten, nur an den Rändern des Organes ihre ursprünglich rundliche Form behaltenden Parenchymzellen von etwa 0,02—0,04 mm Durchmesser, welche oft mit scharfen, etwas lamellenförmig ausgezogenen Kanten versehen sind oder auch hier und da einzelne feine Fortsätze aufweisen. Von einer Zellmembran ist nirgends eine Spur vorhanden, so wenig wie auch von einer Membran zwischen den beiden Schichten, wie Targioni Tozzetti bei Luciola italica sie gefunden haben will (Mem. della soc. ital. d. sc. nat. 1866. p. 7 — was aber auf der Abbildung Taf. I, Fig. 3 nicht hervortritt). Wohl ist aber jede Leuchtplatte im Ganzen von einem zarten bindegewebigen Häutchen umhüllt, an welchem bei guter Färbung die kleinen runden Zellkerne leicht zu bemerken sind.

Was den Inhalt der Parenchymzellen in diesem Zustande anbetrifft, so können wir wohl gewisse Unterschiede nachweisen, allein dieselben erscheinen zum Theil durch Übergangsformen vermittelt, so dass wir ihnen einen morphologischen Werth durchaus absprechen müssen. Am konstantesten finden wir in ihnen einen runden oder länglichen Zellkern von ungefähr 0,005 mm Durchmesser. Das Kernkörperchen ist meistens durch Körnchen vertreten, die sich in der ventralen Schicht durch ihre bedeutendere Größe von den sonstigen im Protoplasma aufgespeicherten Körnchen unterscheiden.

Die letzteren nun sind es gerade, die das Hauptmerkmal der beiden Schichten bilden. Die Körnchen der »Uratschicht« überwiegen im frischen Zustande oder in gewöhnlichen Alkoholpräparaten vor dem übrigen Zelliinhalte so bedeutend, dass man gewöhnlich auf den ersten Blick die der ventralen Schicht leicht übersieht: an frischen Präparaten schon desswegen, weil sich die ersteren über alles Andere sehr leicht ausstreuen. Bei näherer Betrachtung aber sieht man — was auch M. Schultze in seinen Abbildungen andeutet —, dass auch die ventralen Zellen von sehr kleinen, rundlichen, dunklen, meist aber nicht sehr scharf konturirten Pünktchen durchsetzt sind, so dass ihr Protoplasma oft wie ein äußerst kleinmaschiges in den drei Dimensionen des Raumes entwickeltes Netzwerk aussieht, das aus lauter dicken, hyalinen und strukturlosen[1] Balken besteht.

Dass es sich in diesen Körnchen um Umsatzprodukte handelt, die mit den Leuchtprocessen in mehr oder weniger nahen Konnex stehen, lässt sich kaum bezweifeln — ihre specifische Natur zu ermitteln wird aber wahrscheinlich, ihrer außerordentlichen Kleinheit wegen, nicht

[1] So erscheinen sie wenigstens bei der Betrachtung mit dem Trockensysteme *F* von Zeiss.

leicht gelingen. Max Schultze erklärt dieselben (l. c. p. 130) auf Grund seiner Untersuchungen mittels des Polarisationsapparates für nicht harnsäurehaltig, indem er sie mit den harnsäurehaltigen Körnchen der »Uratschicht« vergleicht, im Gegensatz zu den letzteren aber keine Doppelbrechung an ihnen konstatirt. Dieses Kriterium finden wir jedoch in unserem Falle wenig stichhaltig, einfach desshalb, weil Max Schultze bei seiner Auffassung unpassenderweise von dem optischen Verhalten der krystallinischen Substanzen ausging und die Doppelbrechung als charakteristisches Merkmal der Harnsäure in allen ihren Modifikationen ansah.

Die Resultate seiner Untersuchungen, welche ich mittels des Polarisationsapparates selbst konstatirt habe, vermögen uns daher nur die Überzeugung aufzudrängen, dass die Körnchen in den Zellen der hauptsächlich leuchtenden Schicht in der Regel amorph, die der dorsalen aber, ihrer Mehrzahl nach, in einem der doppeltbrechenden Systeme krystallinisch sind, was die Annahme nicht ausschlösse, dass es beide Male sich um eine und dieselbe Substanz handle.

Durchgreifendere Unterschiede zwischen dem körnigen Inhalte der dorsalen und ventralen Schichten scheinen dagegen erst in dem verschiedenen Verhalten gegen Lösungsmittel gegeben zu sein.

Die Körnchenmassen der »Uratschicht« sind in Alkohol völlig unlöslich: weder ein mehrmonatliches Verweilen im starken Alkohol, noch das Kochen in dieser Flüssigkeit kann dieselben zum Schwinden bringen. Die Körnchen der ventralen Schicht scheinen dagegen in Alkohol löslich zu sein, wie ich wenigstens aus der Untersuchung von Objekten erschließe, welche lebend in starken Alkohol gebracht, in demselben mehrere Monate lang aufbewahrt und nachträglich noch in absolutem Alkohol gehärtet wurden. An den Schnitten, welche ich aus solchen Präparaten anfertigte, war der Inhalt der ventralen Zellen ganz hyalin und durchsichtig, ohne jedwede Spur von Körnchen.

Gegen Wasser, verdünnten Alkohol und Glycerin verhalten sich die erwähnten Substanzen umgekehrt. Lässt man die Leuchtorgane in diesen Flüssigkeiten längere Zeit maceriren, so verschwinden wiederum die krystallinischen Körnchen der dorsalen Schicht vollständig, nachdem sie vorher hell geworden sind und ihre Doppelbrechung verloren haben. Sie hinterlassen nur — wenn die Objekte gehärtet waren — kleine, von dem Protoplasmagerüst der Zellen durch dunklere Beschaffenheit unterschiedene Pünktchen, welche wahrscheinlich nichts Anderes sind, als die jetzt mit der Zusatzflüssigkeit gefüllten Räume, in welchen sie vorher enthalten waren. — Die ventrale Schicht bleibt unter dieser Behandlung völlig unverändert.

Da nun die Körnchen der ersteren Schicht Harnsäure[1] enthalten — wie es Kölliker ganz sicher nachgewiesen hat —, so können wir auf Grund der hier erwähnten Unterschiede die der ventralen Schicht mit Max Schultze als »nicht harnsäurehaltig« ansehen, ohne jedoch eine weitergehende Vermuthung über ihre Zusammensetzung anzuknüpfen.

Die letzterwähnte Auflösung der Harnsäurekonkremente der dorsalen Schicht bringt an den solcherweise behandelten Querschnitten der Leuchtplatten oft Bilder hervor, welche zu großen Täuschungen Veranlassung geben. Bei Betrachtung der Querschnitte, welche in der Seife angefertigt und nach dem Auswaschen mit Alkohol in verdünntes Glycerin übertragen wurden (Fig. 1), glaubt man oftmals zwischen der dorsalen und der ventralen Schicht noch eine Zellenlage unterscheiden zu können, welche sich von der »Uratschicht« durch Mangel an Harnsäurekonkrementen, von der ventralen durch bedeutendere Größe der Körnchen unterscheidet. Es würde nun auf den ersten Blick angemessen erscheinen, diese Zellenlage als eine eigene »Mittelschicht« anzusehen. Erst mehrfache Auflösungsversuche und die Beobachtung, dass sich der Umfang dieser Schicht dabei auf Kosten der dorsalen allmählich vergrößert, konnten den Beweis liefern, dass es sich hier nur um Zellen handle, deren Körnchen, als solche, aufgelöst und verschwunden sind.

Als ein sehr augenfälliger Unterschied in den chemischen Eigenschaften beider Schichten muss auch das von mir ermittelte Verhalten gegen Indig-Karmin gelten. Die Querschnitte, welche in eine oxalsaure Lösung dieses Farbstoffes[2] hineingebracht wurden, färbten sich rasch intensiv und gleichmäßig; brachte man dieselben aber in eine alkoholische Oxalsäurelösung Behufs Ausziehens der überschüssigen Färbung, so erwies es sich, dass nur die dorsale Schicht — und sogar ziemlich rasch — entfärbt wurde. Die ventrale Schicht blieb, obwohl sie auch eine schwache Entfärbung erfuhr, sehr lange tiefblau tingirt, scharf von der anderen sich dadurch absetzend.

Ungeachtet der hier angeführten Unterschiede zwischen beiden Zellenlagen der ventralen Leuchtorgane, glaube ich die Möglichkeit eines funktionellen Überganges zwischen denselben, namentlich die Möglichkeit einer allmählichen Umwandlung der Zellen der harnsäurefreien Schicht in die der harnsäurehaltigen annehmen zu dürfen. Der Mangel einer Über-

[1] Welches von den harnsauren Salzen hier vorliegt, scheint freilich noch nicht sicher festgestellt zu sein. Kölliker hält es für harnsauren Ammoniak, andere Forscher wollen harnsauren Kalk darin sehen u. s. w. Die erstere Auffassung ist mir nach meinen Beobachtungen wohl viel wahrscheinlicher.

[2] Die Lösung wurde nach der von Professor Thiersch angegebenen Vorschrift (Frey's »Mikroskop«, sechste Aufl., p. 98) verfertigt.

gangsschicht scheint allerdings gegen eine solche Behauptung zu sprechen; indessen können dafür doch einige andere, sogleich anzuführende Thatsachen geltend gemacht werden. — So bemerkt man an den meisten Querschnitten, dass die Grenzlinie beider Schichten eine sehr unregelmäßige ist, und die Zellen der einen vielfach in die der anderen hineinragen (Fig. 1 und 2). Außerdem ist die relative Dicke derselben sehr verschieden: an einem Exemplare überwiegt die dorsale Schicht, an einem anderen dagegen die ventrale. Sogar an einem und demselben Exemplar können diese Verhältnisse sich als wechselnd erweisen, wie es an Fig. 1 zu sehen ist.

Eine definitive Bestätigung dieser Meinung kann freilich nur durch physiologische Experimente geliefert werden, und solche habe ich für den nächsten Sommer in Aussicht genommen.

b) Die lateralen Leuchtknollen der Weibchen von Lampyris splendidula.

Wie schon Kölliker (l. c. p. 1) erwähnt, besitzen die Weibchen der kleineren Lampyrisart in den Seitentheilen des Abdomens Leuchtorgane. Da dieselben von Niemandem näher beschrieben worden sind, so darf ich wohl einige Worte über dieselben einfügen. Es sind rundliche oder ovale Knollen, etwa von der Größe eines Stecknadelkopfes, welche je einem kurzen, von dem Stigma ausgehenden Tracheenstamm aufsitzen und mit demselben leicht bei der Präparation herauszunehmen sind. An den Querschnitten durch den entsprechenden Theil des Abdomens nehmen sie gewöhnlich das obere Ende der Seitenzipfel ein, in welche der Pleuraltheil des Thieres ausgezogen ist. Sie sind demselben gewöhnlich so knapp angepasst, dass sie den betreffenden Theil vollständig ausfüllen, und nur selten noch Platz für ein wenig Fettgewebe zwischen ihnen und der äußeren Leibeswand übrig bleibt. In Fig. 3 sehen wir einen Querschnitt durch den Körper unseres Thieres, an dem die beschriebenen Gebilde in ihrer natürlichen Lage sich befinden. Wir erkennen dabei auf den ersten Blick, dass es nur diese Lage ist, welche das Aussenden des Lichtes nach oben und auf die Seiten ermöglicht. Bisweilen finden wir unsere Leuchtknollen jedoch etwas weiter gegen das Innere der Leibeshöhle vorgerückt und in dem Fettkörper der entsprechenden Gegend eingebettet. Da diese Lage für das Leuchten weniger günstig sein muss, indem die Fettkörperballen, wegen der Anhäufung von Harnsäurekonkrementen, nur sehr wenig Licht durchlassen, so liegt die Vermuthung nahe, dass die Leuchtknollen je nach Bedarf ins Innere eingezogen werden können, besonders, da die fast ganz lose neben ein-

ander liegenden runden Fettkörperballen einer solchen Ortsveränderung nur sehr geringen Widerstand leisten würden.

Was den Bau der Leuchtknollen anbetrifft, so ist es nicht schwer, denselben an Querschnitten oder an gehärteten Objekten zu studiren.

Äußerlich bemerken wir zunächst eine dünne Membran, welche von der an den ventralen Leuchtplatten befindlichen sich nicht unterscheidet. An der unteren (basalen) Seite jeder Knolle wird dieselbe von je einer Trachee und einem Nerven durchbohrt, welche in diesem Punkte in das Organ eintretend, nach oben sich immer feiner und feiner verzweigen. Die Trachee geht aus dem Hauptstamm hervor, in der unmittelbaren Nähe des entsprechenden, ventral gelegenen Stigmas, der Nerv aus dem entsprechenden Bauchganglion. Die Zellen, welche den wesentlichen Theil der Leuchtknolle ausmachen, gleichen sowohl in ihrer Größe wie in ihrer Form und ihrem sonstigen Verhalten denen der unteren Schicht der ventralen Platten ganz auffällig. Sie erscheinen auch, wie diese, hell und (an entsprechend behandelten Objekten) körnerfrei und tingiren sich mittels Indig-Karmin auf gleiche Weise. Nur ihre Anordnung ist, natürlich, abweichend, da sie nicht eine flache Lage bilden, sondern sich in dieser Hinsicht mehr an die Verästelungsweise des im Inneren der Leuchtknolle ein förmliches Gerüst bildenden Tracheensystemes halten müssen.

Zellen, die denen der dorsalen Schicht entsprechen würden, habe ich hier gar nicht gefunden. Wenn die Angabe Kölliker's, welcher (l. c. p. 2) von dem Vorhandensein dieser Zellen spricht, ganz sicher ist (und hier konnte eine Täuschung sehr leicht vorliegen, da oftmals die harnsäurehaltigen dem Leuchtorgan anhaftenden Fettkörperballen nur schwer als solche erkannt werden können, auch die Schnittmethode in der Zeit, wo Kölliker's Arbeit erschien, noch unbekannt war), so würde dieselbe für die oben ausgesprochene Vermuthung einer Umbildung der »par excellence« leuchtenden und der harnsäurehaltigen Zellen eine neue Stütze liefern.

c) Die Leuchtknollen der Larven.

Die Leuchtorgane der Larven von Lampyris noctiluca wurden schon von Targioni-Tozzetti (Mem. soc. ital. di scienze naturali 1866. Separatabdr. p. 11) und Owsjannikow beschrieben. Es sind ovale, im vorletzten Abdominalsegmente liegende Knollen, denen gleich gestaltete durchsichtige Stellen in der Haut entsprechen. Da ich das Verhalten des Tracheensystems derselben weiter unten behandeln werde, so will ich hier nur in Betreff der sie zusammensetzenden Substanz erwähnen, dass dieselbe eine schleimige Masse darstellt, welche sich in einzelne

Zellterritorien — durch die von mir angewandten Härtungsmethoden wenigstens — nicht zerlegen lässt. Die Zellkerne treten aber in der Tinktion sehr zahlreich hervor und zeichnen sich durch ihre beträchtliche Zahl und Größe aus. Durch die Härtung erfährt die letztere übrigens eine sehr beträchtliche Reduktion, damit beweisend, dass die besagten Gebilde sich während des Lebens in einem sehr wasserreichen Zustande befinden. Harnsäureablagerungen sind in diesen Leuchtknollen nicht zu finden.

Das Leuchten der Larven von Lampyris splendidula scheint bis jetzt noch nicht bekannt zu sein. Diese Thiere, welche im erwachsenen Zustande die Länge der erwachsenen Weibchen besitzen, und sich von denselben lediglich durch bedeutendere Breite auszeichnen, kommen meist in der zweiten Hälfte der Flugzeit zum Vorschein, und sind dann noch lange nach deren Abschluss zu beobachten. (So fand ich in dem Kurort Krynica in Galizien mehrere hell leuchtende Exemplare in den letzten Tagen des August vorigen Jahres[1].) Ihr Leuchtvermögen unterscheidet sich darin von dem der Larven von Lampyris noctiluca, dass es nicht auf ein Leibessegment beschränkt ist, sondern dem ganzen Abdomen zukommt. An den wenigen Exemplaren, welche ich untersuchen konnte, ergab sich, dass diese Erscheinung durch laterale knollenförmige Organe bedingt ist, welche ähnlichen Bau wie die der erwachsenen Weibchen aufweisen, aber meist kleiner sind. Was ihre Lage zwischen den Eingeweiden anbetrifft, so fand ich dieselben auf meinen Querschnitten immer mehr gegen das Innere des Körpers vorgerückt, als es bei denen der Weibchen der Fall war, und zwischen den Fettkörperballen versteckt. Da das Leuchten dieser Jugendformen in Betreff seiner Intensität dem der erwachsenen Weibchen nicht nachsteht, so wird man vielleicht wohl annehmen dürfen, dass die Leuchtknollen derselben während der Funktion auch die den letzteren zukommende Lage bewahren und nur nachträglich durch den undurchsichtigen Fettkörper überdeckt werden. Ventrale Leuchtplatten konnte ich nicht auffinden; indessen schienen nur die letzten lateralen Knollen, welche gerade in der Nähe der später von den Leuchtknollen eingenommenen Stelle gelegen waren, an einigen Exemplaren stärker entwickelt zu sein. Der Bau des Tracheensystems erwies sich dem der Leuchtorgane der Larven von Lampyris noctiluca identisch.

In welcher Beziehung die beschriebenen Leuchtorgane beiderlei Larven zu denen der geschlechtsreifen Thiere stehen, konnte ich, wegen Mangels an Material, nicht ermitteln.

[1] Ob diese Larven — wie die der Lampyris noctiluca — das ganze Jahr hindurch leuchten können, ist mir unbekannt.

Das Tracheensystem der Leuchtorgane.

Wir wenden uns jetzt zur Schilderung des Tracheensystems, dessen üppige und eigenthümliche Entwicklung mit Recht als eins der wichtigsten morphologischen Merkmale der Leuchtorgane bei Insekten überhaupt angesehen werden darf und schon auf den ersten Blick die Art der in denselben vorwiegenden, chemischen Processe voraussetzen lässt. Die gröberen Einzelheiten des Verhaltens dieser Organe wurden schon von den früheren Autoren ziemlich genau beschrieben. Die mächtigen Queranastomosen, welche in jedem Abdominalsegmente die seitlichen Längsstämme des Körpers mit einander verbinden, entsenden — in Gemeinschaft mit einigen von den entsprechenden Stigmata hinzutretenden Tracheenröhren — mehrere feinere Äste, die sich auf der oberen Fläche der Leuchtplatten dicht der umhüllenden Membran anschmiegen und durch dieselbe hindurch ins Parenchym ihre immer feineren Verzweigungen treiben. Diese letzteren verästeln sich wiederum aufs feinste, um die Zellen, in welchen die Leuchtstoffe aufgespeichert sind, reichlich und allseitig mit athmosphärischer Luft zu versorgen. Das Verhalten ihrer letzten Endigungen, die natürlich die Hauptrolle dabei spielen müssen, war aber bis jetzt — wenigstens bei Lampyris splendidula, da Max Schultze die Angaben Kölliker's (l. c.) kurzweg in Abrede stellte — noch sehr ungenügend bekannt. Die, wie gewöhnlich, mit einem Spiralfaden versehenen Chitinröhrchen sollten, der Max Schultze'schen Ansicht nach, in den von ihm entdeckten sternförmigen Zellen ihre definitive Endigung finden, und mit einem hyalinen protoplasmatischen Fortsatze derselben unter Verlust des Spiralfadens verschmelzen.

Unsere Untersuchung hat aber zu anderen Resultaten geführt.

An den Präparaten, wo die »Tracheenendzellen« nicht allzu intensiv mit Osmiumsäure geschwärzt worden sind, erkennt man nämlich mit Deutlichkeit, dass eine solche Trachee in die sternförmigen Gebilde selbst hereintritt, darin aber, anstatt zu verschwinden, sich noch weiter verästelt und in jeden der von M. Schultze beschriebenen Ausläufer ein feines, glattes, der Spirale entbehrendes Chitinästchen entsendet.

Unsere Taf. XXIII führt uns einige typische Formen dieser »Tracheenendzellen« vor die Augen. Außer den sternförmigen (Fig. 5 und 8) finden wir auch andere, verschieden gestaltete Gebilde: so haben die in Fig. 4, 7 und 9 dargestellten eine abgerundete Basis und nur wenige (in Fig. 9 nur zwei) nach vorn gerichtete Ausläufer, was ihnen eine von der typischen recht abweichende Gestalt verleiht. In Fig. 7 und 9 erblicken wir außerdem eine eigenthümlich

ungleichmäßige Vertheilung des Osmiumniederschlages, welcher sich hauptsächlich in dem der Haupttrachee zugekehrten Ende ansammelte und den anderen Theil der Zelle fast unberührt ließ. In Fig. 11 nehmen wir wiederum eine tiefgeschwärzte Tracheenendzelle wahr, an welcher keine von den erstgenannten Strukturverhältnissen zu erkennen sind, welche aber anstatt dessen eine Sonderung in einen centralen Theil und einen durch eine helle Linie (*a*) scharf davon abgegrenzten feinen, aber tiefschwarzen Saum zeigt, der als eine besondere peripherische Schicht oder Membran gelten könnte[1]. Was aber unser Auge an diesen Bildern am meisten fesselt, sind die Tracheen. Überall sehen wir, dass der (oft Osmiumniederschläge enthaltende) Endtheil der Haupttrachee, welcher hier und da schon in einiger Entfernung von der Zelle seine Chitinspirale eingebüßt hat (z. B. auf Fig. 4 und 5), sich in mehrere, der Zahl der Ausläufer der ersteren meist entsprechende, Ästchen theilt, die Anfangs auch Osmium enthaltend, strahlenförmig, oder wie Haare eines Pinsels abstehen. Weiter in der Zelle verlaufend verlieren sie allmählich ihren schwarzen Inhalt, um endlich als gänzlich hyaline, ziemlich stark lichtbrechende, doppelt konturirte und überall gleich breite[2] Röhrchen dieselbe zu verlassen und zwischen den Parenchymzellen des Organes ihren Verlauf zu nehmen.

In seltenen Fällen (Fig. 6) enthalten die Ausläufer der Tracheenendzelle, die dem entsprechend auch stärker entwickelt sind, je zwei solche Röhrchen, die sich in ihrem Inneren vielfach schlängeln, ohne jedoch mit einander zu anastomosiren, und erst in einiger Entfernung von ihrer Ursprungsstätte aus einander weichen.

Alle die erwähnten Bilder sind Osmiumsäurepräparaten entnommen worden, welche nach der von M. Schultze gelieferten Vorschrift hergestellt worden sind — und doch können wir nicht umhin, auf den ersten Blick bedeutende Unterschiede in der Schwärzung der Tracheenendzelle wahrzunehmen! Neben solchen Objekten, wie das in Fig. 8 dargestellte, welche, der Hauptsache nach, den von M. Schultze abgebildeten (a. a. O. Taf. VI, Fig. 8 und 9) entsprechen, finden wir jedoch andere (unsere Fig. 4 und 5), an welchen uns nur eine kaum wahrnehmbare Schwärzung entgegentritt, obwohl der fixirende Einfluss der Osmiumsäure auch hier in der Konsistenz und dem Brechungsvermögen des Protoplasmas sich kundgiebt. Dazwischen sehen wir auch Übergangsformen, wie solche die Fig. 7 und 9 darstellen.

Durch welche Umstände diese Unterschiede bedingt werden, gelang

[1] Solche Präparate sind aber allzuselten, als dass wir durch dieselben bestimmt werden könnten, an allen »Tracheenendzellen« eine solche Schicht anzunehmen.

[2] Ihr Querdurchmesser beträgt durchschnittlich etwa $^1/_{800}$ mm.

uns bis jetzt nicht definitiv zu ermitteln. Dass die helle Färbung der Zellen durch die schwache Koncentration der angewandten Osmiumsäurelösung verursacht worden wäre, glauben wir nicht annehmen zu dürfen, da die entsprechenden Präparate den anderen ganz ähnlich behandelt wurden, und auch die Lösung, deren sich M. Schultze zur Herstellung seiner Präparate bediente, aller Wahrscheinlichkeit nach, wie sich aus seiner Angabe schließen lässt [1], noch schwächer als die unserige gewesen ist. Wir könnten daraufhin selbst vermuthen, dass die stärkere Osmiumsäurelösung weniger intensiv schwärzt, weil die größere Menge des im Verlauf der Tracheen sich bildenden Osmiumniederschlages (und dies haben wir mehrmals wahrgenommen) dem weiteren Vordringen der Osmiumdämpfe [2] Widerstand leistet..... Andererseits freilich ist es die Frage, ob nicht auch die funktionellen Unterschiede zwischen den behandelten Geweben, also die Verschiedenheit des Reduktionsvermögens der Tracheenendzellen in den verschiedenen Thätigkeitsstadien, hier im Spiele sind.

Dass die erwähnten Strukturverhältnisse an den frischen oder durch Macerationsmittel behandelten Tracheenendzellen unsichtbar sind, findet vielleicht durch das starke Hervortreten der Zellkerne und Granulationen, so wie auch die nicht selten auftretenden Faltungen seine Erklärung. Bei den in Osmiumsäure geschwärzten Objekten verhält sich das anders, indem die Zellen hier als glatte, meistens auch flache und dünne Häutchen erscheinen, die mit den Endothelzellen der Wirbelthiere zu vergleichen sind und schwimmhautartig zwischen den Tracheenkapillaren sich ausspannen [3].

Bei Behandlung mit verdünnter Kalilauge lassen sich natürlich noch an den durch Osmium am intensivsten geschwärzten Tracheenendzellen diese Verhältnisse wahrnehmen. Schon nach einigen Sekunden der Einwirkung werden dieselben heller, quellen allmählich auf (nie aber mehr als um zwei, höchstens drei Durchmesser), nehmen sämmtlich, auch wenn sie vorher sternförmig waren, eine mehr rundliche Gestalt an, und lassen dann die in ihnen enthaltenen, vorher durch den Osmium-

[1] Vgl. oben p. 15 (Anmerkung).

[2] Da ich, in Übereinstimmung mit M. Schultze, in den gröberen Tracheen, auch nach der Maceration in der Osmiumsäurelösung, Luft gefunden habe, so darf ich wohl mit Recht annehmen, dass die Säure auch unter diesen Umständen im gasförmigen Zustande in die Tracheenendzellen gelangt.

[3] Was die Granulationen an den frischen Tracheenendzellen betrifft, so liegt es nahe, da sie den in Parenchymzellen angehäuften überaus ähnlich aussehen, dieselben als bei der Präparation ausgestreute und den Tracheenendzellen anhaftende Partikelchen der letzterwähnten zu deuten. Wenn die gehärteten Parenchymzellen bei der Präparation intakt bleiben, erscheinen die Tracheenendzellen fast ganz hyalin.

niederschlag verdeckten Tracheenkapillaren deutlich durchschimmern. Endlich verschwindet die sie zusammensetzende Substanz gänzlich, so dass nur die Trachee mit ihren Endverzweigungen zurückbleibt[1].

Da bei der erwähnten Aufhellung der Tracheenendzellen die durch Schwärzung unsichtbar gewordenen Zellkerne niemals mehr zum Vorschein kommen, so glauben wir mit Recht vermuthen zu dürfen, dass dieselben schon durch die Fixirung mittels Osmiumsäure sehr tiefe Veränderungen der Konsistenz erleiden; und diese Meinung wird auch durch den Umstand gestützt, dass sie sogar in sehr wenig geschwärzten Zellen durch die gewöhnlichen Färbemittel meistens schwer nachzuweisen sind, und sich dadurch von den entsprechenden Theilen der anderen Zellarten unterscheiden.

Die geschilderten Verhältnisse sind aber bloß in den ventralen Leuchtorganen der kleineren Species — Lampyris splendidula — zu finden. Fassen wir die größere Lampyris noctiluca ins Auge, so haben wir recht auffällige Unterschiede zu konstatiren. Schon Owsjannikow (a. a. O.) deutet darauf hin, dass er in seinen Untersuchungen die durch Osmiumsäure sich schwärzenden Tracheenendzellen vermisst habe. Freilich spricht er sich in dieser Hinsicht mit einiger Vorsicht aus, vermuthlich, weil es ihm auffallend erschien, dass zwei so nahe verwandte Species durch scheinbar so wichtige und den Bau des Tracheensystems beeinflussende Eigenthümlichkeiten getrennt sind: wir können aber diesen Mangel entschieden bestätigen, und unsererseits behaupten, dass derselbe theilweise schon auf dem wesentlich verschiedenen Verhalten der Tracheen beruhe.

Wir finden uns hiermit an dieser Stelle veranlasst, einen Blick auf den Verzweigungsmodus dieses Organsystems bei beiden Species zu werfen, zumal da derselbe vergleichend noch nicht behandelt wurde, und sonst nur ziemlich unbestimmt als »äußerst zierlich« (Kölliker, l. c. p. 2) oder »élégant« (Peters, Ann. d. sciences naturelles. ser. 2. T. 17) bezeichnet worden ist.

In Betreff dieser Verzweigungsweise können wir zwei Haupttypen unterscheiden. Der erste, auch sonst in den verschiedensten Organen der übrigen Insekten anzutreffende, würde als »baumförmig« zu bezeichnen sein. Er besteht darin, dass die in ein Organ eintretenden

[1] Die beiden erwähnten Stadien unserer Reaktion finden wir auf Fig. 8 und 10, Taf. XXIII, abgebildet. Die erstere zeigt zwei in mäßiger Quellung begriffene Tracheenendzellen, in denen die Tracheenkapillaren soeben zum Vorschein gekommen und ihre entlegeneren Theile von der sie überziehenden Protoplasmaschicht der Ausläufer befreit worden sind. Die letztere stellt wiederum ein von der Peritonealhaut ganz freies Tracheenstück mit seiner Verästelung vor, wie es mitunter auch in frischen ausgepinselten Präparaten anzutreffen ist (s. oben).

Tracheenröhren, ganz so wie ein Baumzweig in einige Äste von kleinerem Durchmesser zerfahren, welche letztere immer feinere und feinere Röhrchen treiben, denen schließlich die feinsten, der Chitinspirale entbehrenden und meistens unverzweigten Kapillaren [1] entsprossen.

Der zweite Typus, der vermuthlich einem größeren Athmungsbedürfnisse entsprechen dürfte, würde der sein, welcher vorzugsweise in unseren Leuchtorganen vorgefunden wird. Seine erste Modifikation, welche die ventralen Leuchtorgane der geschlechtsreifen Lampyris splendidula charakterisirt, haben wir schon oben genauer geschildert.

Seine specifische Eigenthümlichkeit liegt darin, dass die Tracheenkapillaren in der Regel in größerer Anzahl auf den äußersten Spitzen der letzten noch mit Chitinspirale versehenen Tracheenröhrchen aufsitzen und von diesen Punkten nach allen Richtungen hin ins Leuchtgewebe ausstrahlen. Die zwischen den ersteren schwimmhautartig ausgespannte, eigenthümlich erweiterte Peritonealhaut liefert unsere »Tracheenendzellen«.

In den nämlichen Organen der Lampyris noctiluca, so wie auch in den lateralen Leuchtorganen des Weibchens und der Larve von Lampyris splendidula tritt uns zwar im Großen und Ganzen derselbe als »büschelförmig« zu bezeichnende Verzweigungstypus entgegen: bei näherer Betrachtung aber zeigt er doch gewisse Unterschiede. In den von uns untersuchten Exemplaren fanden wir nämlich, dass die Tracheenkapillaren in den Fällen, wo sie an den Enden der nächst dickeren Ästchen entspringen, theils in kleinerer Zahl (zu zwei oder seltener drei) zu finden sind, theils auch in ihrer Gruppirung eine größere Freiheit zeigen, indem sie nicht nur an den Enden, sondern auch sonst im Verlaufe der feineren, wie sogar der viel dickeren, mehr dem Hauptstamme genäherten Tracheenästen ihren Ursprung nehmen. Unsere Abbildungen führen uns solche Verhältnisse vor Augen. In Fig. 12 sehen wir eine Kapillare gerade an einem Orte entspringen, wo gewöhnlich bei Lampyris splendidula erst eine mit Chitinspirale versehene Trachee ihren Ursprung nehmen würde; dasselbe sehen wir in Fig. 13 und 14, wo mehrere an derselben Stelle eines stärkeren Tracheenstammes angeheftet sind, eine Art Büschel bildend; in Fig. 15 tritt uns wiederum eine unregelmäßig von allen Seiten mit Kapillaren besetzte Trachee entgegen.

Dass bei einer solchen Verzweigungsweise des Tracheensystems von den typischen Tracheenendzellen, wie dieselben von Max Schultze geschildert wurden, kaum die Rede sein kann, wird uns viel-

[1] Ich benutze den Ausdruck, welcher nach der Analogie dieser Röhrchen mit den Blutkapillaren von Leydig (Histologie, p. 388) angewandt worden ist.

leicht jetzt weniger auffallend erscheinen. In diesem Falle könnten ja nur höchstens solche degenerirte Formen dieser Zellen vorkommen, wie wir sie bei Lampyris splendidula außerhalb der ventralen Leuchtorgane antreffen: als zwischen den abgebildeten, gabelig von einander abstehenden Kapillaren sich ausspannende Häutchen. Und dieses haben wir auch wirklich bei anderen hier und da wahrgenommen, ohne jedoch in der Lage gewesen zu sein, durch Einwirkung der Osmiumsäurelösung in verschiedenen Koncentrationen und Dampfform die für die echten Tracheenendzellen charakteristische Färbung zu erzielen.

Desto auffallender aber wird uns die Thatsache erscheinen, dass gerade die Peritonealschicht an den dickeren Anfangsstämmen der Trachee es ist, welche bei den Larven von Lampyris noctiluca ein oft sehr deutlich ausgeprägtes Reduktionsvermögen gegen Osmiumsäure aufweist. An den erwähnten Stämmen nämlich, die bei der Larve dicht hinter dem Stigma zu mehreren aus der Hauptröhre ins Innere des Körpers ausstrahlen, und sich auch an die Leuchtknollen von der Rückenseite her anlegen, bemerken wir (Fig. 16), dass diese Schicht verhältnismäßig enorm entwickelt ist, auch einen körnigen Inhalt und massenhaft kleine Zellkerne aufweist, so dass es den Anschein hat, als wäre sie in Wucherung begriffen. In vielen Fällen wird dieselbe nun (unsere Abbildung zeigt einen derartigen, auf der Rückenseite der Leuchtknolle liegenden Ast) durch die Osmiumsäure, wenn diese auf das lebende Thier eingewirkt hat, sehr tief und so dauerhaft gebräunt, dass sie sogar nach längerer Maceration in Kalilauge nicht vollständig zu entfärben ist.

Ein ähnliches Verhalten der Peritonealhaut größerer Tracheenäste scheint auch schon Owsjannikow beobachtet zu haben, wenn er (l. c. p. 5) berichtet, dass die ersteren in seinen Osmiumsäurepräparaten schwarz wurden, die Tracheenkapillaren in den Leuchtorganen der Weibchen von Lampyris noctiluca aber weiß blieben. Nach seiner Abbildung (l. c. Fig. 7) dürfen wir aber vermuthen, dass die von ihm erzielte Schwärzung viel tiefer gegen die Tracheenkapillaren vorgedrungen ist, als es bei mir der Fall war.

Das Ausbleiben der Reduktion der Osmiumsäure in den feinen Tracheenästchen ist ziemlich schwer zu erklären. Da wir aus physiologischen Gründen einen thatsächlichen Unterschied der Reduktionsfähigkeit beiderlei Röhrchenkaliber kaum annehmen könnten, indem diese Fähigkeit zweifellos mit der Hauptfunktion der Peritonealhaut der Kapillaren in viel näherem Konnex steht, als mit der der größeren Stämme, so liegt es viel näher, die erwähnte Erscheinung durch die Annahme zu motiviren, dass die ganze, im Tracheensystem aufgenommene Osmium-

säuremenge schon in den Anfangsröhren reducirt wurde und nicht mehr zu den feinsten Verzweigungen vorzudringen im Stande war.

Dass die hervorgehobenen Unterschiede in der Zusammensetzung des Tracheensystems zwischen den beiden Arten nicht von principieller Bedeutung sind, ersehen wir schon daraus, dass dieselben hauptsächlich nur in dem, die ventralen Leuchtplatten versorgenden Theile desselben sich geltend machen. Betrachten wir nämlich die lateralen Leuchtknollen der Weibchen von Lampyris splendidula, so finden wir nicht nur die auffällige Thatsache, dass die Tracheenendzellen auch hier gänzlich fehlen, sondern weiter noch, dass die pinselartige Anordnung der Kapillaren in diesen Organen mehr in den Hintergrund tritt, und dem gewöhnlichen baumförmigen, oder dem den Leuchtorganen von Lampyris noctiluca zukommenden Verzweigungstypus Platz macht.

Zu einem ähnlichen Ergebnis gelangen wir, wenn wir eine größere Anzahl der aus verschiedenen Organen unserer Species herstammenden Tracheenendzellen mit einander vergleichen. Die, besonders im Hintertheil des Abdomens bei den erwachsenen Individuen von Lampyris splendidula) auf den Fettkörperklumpen, den Geschlechtsorganen oder dem Darme sehr zahlreich sich vorfindenden Endzellen sind nämlich, obwohl sie bei Osmiumsäurebehandlung den in den Leuchtplatten befindlichen ganz ähnlich sich verhalten [1], sowohl in ihrer äußeren Gestalt, wie auch nach der Zahl der in ihnen enthaltenen Tracheenkapillaren oft sehr erheblich von den für die Leuchtplatten charakteristischen »Tracheenendzellen« unterschieden. Von den wenigen Abbildungen (Fig. 17, 18, 19), welche wir von diesen Gebilden entworfen haben, wollen wir besonders die letztere hier näher betrachten, da dieselbe einen Übergang zu dem Verhalten der Tracheen bei Lampyris noctiluca bildet und die Zurückführung der beiderlei Formen plausibel macht. So ist in dieser Zelle, deren Körper im Vergleich zu den drei mächtig entwickelten und mit Osmium deutlich geschwärzten Ausläufern an Größe ziemlich zurücktritt, zu bemerken, dass eines der feinen Röhrchen, welche aus derselben ihren Ursprung nehmen, nicht, wie die zwei anderen Kapillaren, mit einer ganz homogenen Wandung versehen ist, sondern auch eine feine Chitinspirale enthält, von der es wahrscheinlich bis zu einer anderen Zelle begleitet wird.

Wenn wir uns nun die ohnehin nur schwach entwickelte Peritonealhaut an diesen Gebilden bis zu ihrem gewöhnlichen Volumen reducirt denken, so erhalten wir die Bilder, wie sie uns das Tracheensystem der

[1] Auf dieselben hat auch schon Max Schultze seine Aufmerksamkeit gerichtet.

Lampyris noctiluca in seinen uns bekannten Entwicklungsstadien darbietet (man vergleiche besonders die letztbeschriebene Fig. 19 mit der für Lampyris noctiluca geltenden Fig. 15).

Verfolgen wir jetzt die weiteren Schicksale der in den Tracheenendzellen oder sonst an den Enden der noch mit Chitinspirale versehenen Tracheenästchen entspringenden Kapillaren.

Meine hierauf bezüglichen Untersuchungen haben zunächst die von Max Schultze beschriebenen Fortsätze der Tracheenendzellen in ein anderes Licht gestellt. Max Schultze betont nämlich an der schon angeführten Stelle seiner Abhandlung ausdrücklich, dass Verbindungen zwischen diesen Gebilden gänzlich fehlten, dieselben aber wohl mit den feinen protoplasmatischen Fortsätzen der Parenchymzellen verschmelzen könnten. Kein Zweifel jedoch, dass der berühmte Forscher nur dadurch zu diesem Ausspruch verleitet worden ist, dass er seinen Oberflächenbildern (l. c. Taf. II, Fig. 8), so wie den durch Zerreißung der Tracheenkapillaren entstandenen »kleinen Blüthen auf verzweigten Blüthenstielen« allzuviel Zutrauen geschenkt, und die Behandlung der Leuchtorgane mit Alkalien unterlassen hat. Sobald man nämlich zu einem Präparate, wie das l. c. Taf. II, Fig. 8 abgebildete, einen Tropfen verdünnter alkalinischer Lösung zufügt, und die durch allzu stürmisches Auseinanderfließen erfolgende Zerreißung der unquellbaren Elemente verhindert, gelangt man sehr leicht zu Bildern, wie unsere Fig. 20 es zeigt. Man sieht jetzt, dass die dabei zu Tage tretenden feinen Tracheenendästchen der benachbarten Tracheenendzellen gegen einander gerichtet sind, und entweder gänzlich in einander übergehen, oder sich mit ihren Enden derart berühren, dass man entweder eine Zerreißung und Verschiebung derselben während der Quellung anzunehmen berechtigt ist, oder vermuthen muss, dass sie nur durch unvollständiges Auswachsen an einem Zusammentreffen verhindert seien.

Die bei der Quellung erfolgende Schlängelung oder gar Verknäuelung der Tracheenkapillaren, die man auch dann leicht beobachten kann, wenn man diese Gebilde in eine wasserentziehende Flüssigkeit überträgt, beweist deutlich, dass dieselben in ihrer ganzen Länge mit einem protoplasmatischen Überzuge umgeben sind, welcher zwar optisch, seiner Zartheit wegen, nicht direkt nachweisbar ist, trotzdem aber durch seine ungleichmäßige Quellung oder Schrumpfung auf den Verlauf des eingeschlossenen Chitingebildes einen Einfluss ausgeübt hat.

Dass dieser Überzug nichts Anderes darstellt, als die Fortsetzung der Ausläufer von Tracheenendzellen, die Max Schultze'sche Behauptung demnach unrichtig ist, brauchen wir kaum noch hervorzuheben! — Diese Anastomosenbildung zwischen den Tracheenkapillaren kann man auch

noch an älteren, in Alkohol aufbewahrten Leuchtorganen wahrnehmen, wenn man dieselben in einer schwach lichtbrechenden Flüssigkeit vorsichtig zerzupft. Fig. 21 zeigt uns einige solche anastomosirende Röhrchenstücke, die sammt den ihnen anhaftenden körnigen Zellen aus der peripherischen, der Mündung der Haupttrachee entgegengesetzten Schicht einer lateralen Leuchtknolle des Weibchens von Lampyris splendidula herstammen, und daselbst ein förmliches Netz im Parenchym zu bilden scheinen [1].

Das Verhalten der Tracheenkapillaren zu den von ihnen umsponnenen Parenchymzellen der Leuchtorgane zu erforschen, ist für mich eine ziemlich schwierige Aufgabe gewesen. An frischen Präparaten war es schon desshalb unmöglich, weil die Konturen der Zellen zu wenig scharf hervortreten. — In gewöhnlichen, in Glycerin untersuchten Alkoholpräparaten, waren wiederum die Kapillaren ihres specifischen Lichtbrechungsvermögens wegen, auf den Zellen schwer zu unterscheiden. Erst mäßig gehärtete und mit wässeriger Hämatoxylinlösung gefärbte Objekte, die ich außerdem noch in einer schwächer lichtbrechenden Zusatzflüssigkeit (Wasser, essigsaurer Kalilösung) nach vorhergehender vorsichtiger Behandlung mit feinen Pinseln untersuchte, vermochten die betreffende Frage zu lösen. Es zeigte sich dabei, dass unsere Röhrchen sich dicht den Parenchymzellen anschmiegen und so fest damit verkleben, dass sie oft leichter zerbrechen als von ihren Zellen sich ablösen lassen. Dieser letztere Umstand erklärt auch die Thatsache, dass man in Zerzupfungspräparaten oft Zellen findet, die mit kurzen Stücken der Tracheenkapillaren zusammenhängen und die leicht zur Meinung führen könnten, dass die letzteren nur ihre Fortsätze wären. So sehen wir bei M. Schultze (l. c. Taf. VI, Fig. 4 *c*) solche Zellen mit hyalinen Fortsätzen abgebildet, von denen wir wohl annehmen dürfen, dass sie nichts Anderes vorstellen, als Tracheenstückchen, an denen der auf dem Körper der Zelle liegende Theil übersehen wurde. Oft findet man die Tracheenkapillaren auch in einer rinnenförmigen Vertiefung der Zellenoberfläche eingebettet, wie es in unserer Fig. 22 zu ersehen ist; von einem Eindringen derselben ins Innere der Zelle kann man dagegen nichts bemerken.

Der Verlauf dieser Röhrchen an den Zellen ist meistens, besonders in den von der Haupttrachee entfernteren Stellen des Leuchtgewebes, ganz unregelmäßig: hier sieht man zwei bis drei derselben in ziemlich gerader Linie sich verbinden, dort wiederum in allen Richtungen sich

[1] Die außerordentliche Brüchigkeit der Objekte gestattet leider nicht größere Strecken desselben freizulegen.

schlängeln, bald eine einzige Zelle von mehreren Seiten umspinnend, bald Schlingen bildend und erst dann auf andere übergehend.

Den angeführten Ergebnissen steht übrigens eine recht auffallende Ansicht entgegen, welche von Heinemann in Betreff der Verbindung der Tracheenröhrchen mit Parenchymzellen der Leuchtorgane der amerikanischen Cucujus- (Pyrophorus-) Arten ausgesprochen worden ist. In seiner Arbeit über die »Leuchtorgane der bei Vera Cruz vorkommenden Leuchtkäfer« (Archiv für mikr. Anat. Bd. VIII. 1872. p. 467) behauptet derselbe nämlich, dass die Parenchymzellen von den Tracheenästchen durchbohrt würden und an denselben »wie Perlen auf einer Schnur aufgereiht« seien, was besonders dann zu Tage treten soll, wenn durch Behandlung mit 35procentiger Kalilauge die Kittsubstanz zwischen denselben gelöst wird. — Dass sich die Parenchymzellen in ihrer Anordnung mehr an die Tracheenkapillaren halten, mit denen sie auch fester sich verbinden können als mit einander, haben wir auch an unseren Präparaten bestätigen können; für die Annahme jedoch, dass Zellen irgend wo von Tracheen durchsetzt wären, dürfte in der ganzen Histologie der Insekten kein Analogon zu finden sein. Ich bin desshalb geneigt, die Richtigkeit dieser Angabe zu bezweifeln, zumal ich mich selbst überzeugt habe, wie leicht in diesbezügliche Beobachtungen ein Irrthum unterläuft. Und das um so mehr, als auch die bis jetzt bekannten embryologischen Thatsachen[1] gegen einen solchen Befund zu sprechen scheinen; haben wir doch allen Grund zu dem Analogieschluss, dass die Tracheenkapillaren der Lampyriden durch spindelförmiges Auswachsen der zelligen Bestandtheile primitiver cylindrischer Tracheenanlagen in ähnlicher Weise ihren Ursprung genommen haben, wie es bei den Dipteren (Weismann, l. c. Fig. 97) nachgewiesen worden ist. Von diesen zarten Gebilden aber würde es doch kaum anzunehmen sein, dass sie in irgend welche fremde Zellen sich einzubohren vermöchten!

Wenden wir uns jetzt zur Betrachtung der Struktur und Zusammensetzung der Tracheenkapillaren unserer Leuchtorgane, so ergiebt sich sogleich, dass die Intima derselben in ihrem ganzen Verlaufe wesentlich aus Chitin besteht. Unsere Macerationsmittel, besonders die Kalilauge, beweisen es aufs deutlichste. Der Nachweis aber, dass diese Gebilde wirklich Röhrchen sind und nicht etwa solide Chitinfädchen, wie es auf den ersten Blick oft erscheinen möchte, vorstellen, war nicht so leicht zu liefern. Der doppelte Kontur der Wände war nicht überall

[1] Siehe Herm. Meyer, Über die Entwicklung des Fettkörpers, der Tracheen und keimbereitenden Drüsen der Insekten. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. I und Weismann, »Entwicklung der Dipteren,« Ebendaselbst Bd. XIII und XIV.

nachweisbar, da die Röhrchen kaum mehr als 0,001 mm im Durchmesser haben und die Dicke ihrer Wände kaum mehr als $^1/_4$ ihrer Breite beträgt, so dass dieselben sogar mit dem Trockensystem *F* von Zeiss nicht in jeder Zusatzflüssigkeit deulich genug von dem Inneren zu unterscheiden sind. Vielleicht würde man erwartet haben, dass die Untersuchung dieser Gebilde, wie überhaupt des Tracheensystems in frischem Zustande, durch das Vorhandensein der Luft in denselben und die dadurch erfolgende Schwärzung, wesentlich erleichtert werden dürfte: wir haben hier aber den seltsamen Fall vor Augen, dass uns dieser subtile Theil der Respirationsorgane des Insektes ganz der Luft beraubt entgegentritt und nur mit einer Flüssigkeit erfüllt erscheint. Schon Max Schultze (l. c. p. 31) wies auf den Umstand hin, dass die ihm bekannten, angeblich in den Tracheenendzellen endigenden Tracheenendästchen ihren gasförmigen Inhalt sammt der Chitinspirale[1] einbüßten. Später hat Targioni-Tozzetti (»Sull' organo che fa lume nelle lucciole volanti d'Italia« in Bull. della Soc. Entomolog. Italiana. vol. II. 1870) dasselbe Verhalten für die in seinen »Acini digitiformi« der Leuchtorgane von (Lampyris) Luciola italica verlaufenden Tracheenästchen angegeben, und die sie ausfüllende helle Flüssigkeit sogar näher geschildert, auch die Vermuthung ausgesprochen, dass dieses feine Kapillarnetz wesentlich an der Blutcirkulation sich betheiligen könnte.....

Erst durch Injektion mit Seife und der Untersuchung gut getrockneter Leuchtorgane war es mir möglich, die hier vorliegende Frage mit Sicherheit zu entscheiden. Die erstere erfolgt sehr leicht, wenn man die aus dem Alkohol herausgenommenen Objekte in einer warmen alkoholischen Seifelösung einige Minuten stehen lässt. Nach dem Erstarren der Masse findet man unsere Röhrchen, die man in gewöhnlicher Weise herauspräpariren kann, ganz oder zum großen Theil mit der Seife injicirt, welche letztere, besonders wenn sie vorher gefärbt worden ist, das Innere derselben ziemlich scharf von den Chitinwänden unterscheiden lässt. Die zweite Methode hat mir nicht nur das Vorhandensein des Lumens in den Kapillaren nachgewiesen, sondern mich auch zu einer näheren Einsicht in die Umstände geführt, welche das konstante Fehlen der Luft in demselben während der gewöhnlichen Beobachtung bedingen

[1] Der von Max Schultze statuirte Zusammenhang zwischen dem Vorhandensein der Luft in der Trachee und der Länge des mit der Chitinspirale versehenen Theiles ist entschieden nur in einzelnen Specialfällen anzutreffen. Ich habe mich vielfach überzeugt, dass die Trachee bis zur Ursprungsstelle der Kapillaren mit Chitinspirale versehen sein könne, ohne dass die in ihr enthaltene Luft so weit reichte, oder umgekehrt, dass die Chitinspirale schon in einiger Entfernung von diesem Punkte aufhöre (z. B. in Fig. 2), ohne dass die Luft gehindert sei, weiter in den Anfangstheil der Kapillaren vorzudringen.

könnten. Da mir nämlich die Annahme einer anderen Funktionirung des Tracheenapparates gerade in Organen, welche der in ihnen vor sich gehenden chemischen Processe wegen viel Luft bedürfen müssen, sehr unwahrscheinlich schien, auch der anatomische Befund selbst, in der Histologie der Hexapoden fast ganz isolirt war (nur Leydig in: Reichert und du Bois Reymond's Archiv. 1859. p. 70 schildert ein ähnliches Verhalten des Tracheennetzes in dem Flügelmuskel der Fliegen), richtete ich mein besonderes Augenmerk darauf, mich zu versichern, ob nicht aller Vorsicht zum Trotze die beschriebene Flüssigkeit erst bei der Präparation in das Tracheensystem eindringe. Es handelte sich, mit anderen Worten, um den Beweis, dass die kapillare Anziehung, welche von den Wänden unserer Röhrchen auf die hier in Betracht kommenden Flüssigkeiten ausgeübt wird, die Adhäsion der in ihnen zeitlebens vorhandenen Luftsäule leichter zu überwinden vermag, als dies in den dickeren Tracheen der Fall ist[1].

Die Untersuchung der ausgetrockneten und lufthaltigen Präparate, die in etwas verdünntem Glycerin vorgenommen wurde, scheint diese Frage gelöst zu haben. Anfangs boten die von einzelnen Punkten (den Enden sekundärer Tracheenäste) nach allen Richtungen ausstrahlenden und sich kreuzenden lufthaltigen Kapillaren ein schönes Bild, aber schon nach Verlauf der ersten fünf Minuten fing dasselbe an sich zu verändern: Die silberglänzenden, manchmal röthlich durchschimmernden dunklen Luftlinien, welche unseren Blick vorher fesselten, wurden an mehreren Stellen unterbrochen. Eine Zeit lang schien der Inhalt wie von äußerst feinen Perlen gebildet, aber schließlich verschwand die Luft gänzlich, während die dickeren Tracheenäste noch eine lange Zeit hindurch das frühere Bild darboten. Wir überzeugten uns auf solche Weise ganz entschieden, dass sich das Tracheensystem in der That, sogar mit einer dickflüssigen Substanz, von den Kapillaren aus, füllt, und dürfen darauf hin mit Bestimmtheit behaupten, dass das früher hervorgehobene Verhalten nur ein Kunstprodukt ist, dadurch bedingt, dass die das Leuchtgewebe durchtränkenden Flüssigkeiten durch die bei der Präparation erfolgten Verletzungen und den Mangel der Athembewegungen, welche der in den Tracheen enthaltenen Luft einen höheren Spannungsgrad verleihen, in die Röhrchen eindringen.

Ich will hier noch die Aufmerksamkeit der Leser auf eine anatomische Eigenthümlichkeit des Tracheensystems unserer Lampyrisarten hinlenken, welche meines Wissens in derselben Entwicklung wohl bei keinem anderen Insekt bis jetzt gefunden worden ist, und auch sonst

[1] Diese letzteren sind nämlich an frischen Präparaten immer mit Luft gefüllt.

nur wenige Analoga in der Histologie dieser Thiere besitzen möchte. Ich meine das Verhalten der Peritonealhaut der Tracheen in den außerhalb der Leuchtorgane gelegenen Körperregionen von Lampyris. Wenn uns bei anderen Insekten diese chitinogene Schicht in der Regel als ein glatter und unansehnlicher Überzug vor die Augen tritt, dessen zellige Zusammensetzung in den erwachsenen Individuen oftmals nur durch die von Stelle zu Stelle auftretenden Zellkerne sich kundgiebt, so verhält sie sich in unseren Objekten oft sehr abweichend. In unseren Abbildungen erblickt man nämlich, dass von den Tracheenästen in verschiedenen Abständen von einander blasse, meist sehr zarte Fädchen abgehen, welche durch die Fixirung mittels Osmiumsäure eine derbere Konsistenz angenommen haben, und durch Farbstoffe kaum zu imprägniren sind. In der Regel sind dieselben mit dreieckigen, den Nervenhügeln ähnelnden Platten an der Peritonealhaut angeheftet. Bei vorsichtiger Präparation kann man diese Fäserchen vielfach bis zu anderen inneren Organen verfolgen und mit denselben in Verbindung treten sehen. An Objekten, welche durch längeres Verweilen in einer mit Wasser verdünnten Mischung von Glycerin und Alkohol macerirt sind (besonders Larven von Lampyris splendidula) kann man diese Fädchen in ihrer ganzen Länge verfolgen. Fig. 23 führt uns ein solches Präparat vor die Augen. Die gesagten Fädchen sind hier außerordentlich lang und dünn, treten vielfach mit einander in Verbindung und verknäueln sich oft derartig, dass das Aufnehmen solcher Bilder außerordentliche Schwierigkeiten darbietet. Unsere Abbildung stellt desshalb nur einen verhältnismäßig wenig komplicirten Theil eines solchen Geflechtes dar. An einigen Stellen sind die Fäserchen mehr flächenhaft entwickelt und zu verschieden gestalteten polygonalen Knotenpunkten geworden, von denen oft noch feinere Fädchen ausstrahlen.

Alle diese Gebilde erscheinen auf den ersten Blick mit ihren dreieckigen Ansatzstellen und ihren multipolaren Ausbreitungen den feineren, in Muskelfasern endigenden Nervenfibrillen oder unteren subcutanen Nervenplexus so ähnlich, dass ich dieselben Anfangs durchweg für solche zu halten geneigt war. Diese Meinung schien noch in dem Umstande eine Verstärkung zu finden, dass ich mehrere Male ein solches Fädchen an einen Nervenstamm sich ansetzen sah. Die Beobachtung aber, dass dieselben oft nur zwischen den Tracheen verlaufen, letztere mit einander verbindend, so wie auch die nachher gewonnene Erkenntnis, dass die gesagte Verbindung mit einem Nerven nur dessen bindegewebige Scheide betrifft, mussten mich natürlich zwingen, ihnen die nervöse Natur abzusprechen. Es sind mithin rein bindegewebige Elemente, die zur Befestigung der inneren Organe dienen, und besonders

bei den Larven unserer Thiere auftreten, da dieselben in ihrer räuberischen Lebensweise viel ausgiebigere und intensivere Bewegungen vollziehen, als es bei den erwachsenen Individuen, zumal den sehr trägen Weibchen, der Fall ist.

Besonders tritt die eben hervorgehobene Funktion dieser Gebilde in ihrer Verbindung mit den unten (bei Gelegenheit des Fettkörpers) näher zu schildernden großen, frei in der Leibeshöhle liegenden Zellen hervor, indem diese letzteren lediglich durch die sich an ihre Membran ansetzenden Bindegewebsfäserchen mit den anderen Organen, hauptsächlich Tracheen, verbunden werden. In Fig. 37 (*a*) sehen wir einige dieser räthselhaften Zellen in dem hier beschriebenen Verhalten abgebildet. Die Membran der Zelle zieht sich an einzelnen Stellen in feine fadenförmige Zipfel aus, um sich mittels derselben an die Peritonealhaut einer benachbarten Trachee anzuheften; eine andere (Fig. 37 *b*) Zelle wird selbst durch eine von der Tracheenkapillare gebildete Schlinge umfasst, und außerdem durch zwei von der Peritonealhaut der Kapillare abgehende und sich an ihrem verjüngten Ende ansetzende Fäserchen noch besser befestigt etc.

Was die Entstehung dieser bindegewebigen Elemente anbetrifft, so darf man, besonders auf Grund von Bildern, wie solche z. B. Fig. 24 vorzeigt, wohl annehmen, dass dieselben auf eine ähnliche Weise, wie die Peritonealhaut der Tracheenkapillaren [1], durch spindelförmiges Auswachsen der zuerst gesondert neben einander liegenden trachealen Epithelzellen sich entwickelten, nur mit dem Unterschiede, dass sie kein chitinöses Röhrchen in ihrem Inneren ausscheiden, vielmehr in allen Fällen solid bleiben. Wenn wir uns nach etwaigen Homologen der hier geschilderten Elemente umsehen, dann stoßen wir einstweilen nur auf eines, den von Leydig [2] beschriebenen und abgebildeten Theil des Tracheensystems aus der oberen Region des Eierstockes bei Locusta viridissima, welches der namhafte Forscher, wohl nicht mit Unrecht, als eine Stütze für die von ihm vertretene Ansicht von der morphologischen Zusammengehörigkeit der trachealen Peritonealhaut und des Fettkörpers in Anspruch genommen hat. Man sieht ja in beiden Fällen von dieser Schicht Fortsätze abgehen, die mit einander anastomosiren, und hier und da auch an den Knotenpunkten zellige Erweiterungen aufweisen: nur dass die bei unseren Objekten vorkommenden Fortsätze viel zarter gebaut sind, und mit ihren Geflechten nicht so viel Raum in

[1] Weismann, Über Entwicklung der Dipteren. 1864. Fig. 97.

[2] Leydig, »Zum feineren Bau der Arthropoden« in Reichert und du Bois Reymond's Archiv für Anat. und Physiol. 1851. Auch Lehrbuch der Histologie. 1857. p. 387. Fig. 200 *B*.

Anspruch nehmen. Auch die Funktion beiderlei Gebilde fällt gänzlich in Einem, der Befestigung benachbarter Organe, zusammen. Ähnliche, obwohl nicht mit dem Tracheensystem in Beziehung tretende Fädchen beschreibt neuerdings Th. Engelmann (»Über Drüsennerven« in Pflüger's Archiv für die gesammte Physiologie. Bd. XXIV. p. 177 ff.) an den Speicheldrüsen und Malpighi'schen Gefäßen der Insekten als »interperipherische Verbindungen«, im Gegensatz zu Leydig[1], Chun[2] und Kupffer, welche diese Gebilde als Nerven gedeutet haben.

Aber nicht nur das Bindegewebe ist es, welches mit der Peritonealhaut der Tracheen in direkte Verbindung tritt. Es kommen auch, freilich nicht allzu oft, am häufigsten noch aus dem hinteren Theile des Abdomens, Tracheen vor Augen, an denen wir eine unleugbare Verbindung mit Nerven wahrnehmen. Dass hier nicht etwa eine Verwechslung mit Bindegewebe vorliegt, dafür wird vielleicht der Umstand eine genügende Sicherheit geben können, dass die erwähnten Nerven (Fig. 25) nicht zu den allerfeinsten gehören, sich auch mit gangliösen Erweiterungen, in denen mehrere größere Zellkerne zu finden sind, verbinden, und mittels der Ausläufer derselben (hier und da auch direkt) mit dem Bauchstrang oder dessen Nervenstämmen in Beziehung treten. Mit welcher Funktion diese Verbindung in Zusammenhang zu bringen ist, muss man einstweilen dahingestellt sein lassen. Dass man daraus nicht direkt die Möglichkeit eines Einflusses des Nervensystems auf die Respiration, resp. den Gasaustausch, erschließen darf, erhellt vielleicht schon aus der Thatsache, dass an den Tracheen der Leuchtorgane und in erster Linie an den Tracheenendzellen derselben eine solche Verbindung überhaupt gänzlich vermisst wird[3]. Es könnten diese Nerven vielleicht richtiger für sensible, die von den Respirationsorganen bedingten inneren Gefühle zum Bewusstsein bringenden Zuleitungsapparate gehalten werden.

Es wäre schließlich noch von der Verbreitung der Tracheenendzellen im Körper unserer Insekten zu sprechen. Schon Max Schultze hat in der oft citirten Arbeit (Archiv für mikr. Anat. Bd. I. p. 135) das Vorhandensein derselben auf den Samenschläuchen unserer Thiere betont. Wir finden diese Gebilde aber im Abdomen noch weiter verbreitet:

[1] Leydig, Lehrbuch der Histologie. p. 474. — Derselbe, »Bemerkungen über die Farbe der Hautdecken und Nerven der Drüsen bei Insekten.« Archiv f. mikr. Anat. Bd. XII. p. 542.

[2] Chun, »Über den Bau, die Entwicklung und physiologische Bedeutung der Rektaldrüsen bei den Insekten.« Aus den Abhandlungen der Senckenberg'schen naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt a. M. Bd. X. p. 23. 1875.

[3] Ich glaube nur einmal, bei der Präparation eines Leuchtorganes von Lampyris splendidula einen solchen, mit einem Nerven verbundenen Tracheenast gefunden zu haben.

auf dem Darme, den Malpighi'schen Gefäßen, den hinteren Theilen der Geschlechtsorgane, und besonders auf den Fettkörperballen, die oft zu mehreren durch dieselben verbunden werden. Auf diesen Organen aber lassen dieselben häufig die typische sternförmige Form vermissen, welche sie im Parenchym der Leuchtplatten charakterisirt, da die Anzahl der von den stärkeren Tracheenröhrchen hervorsprossenden Kapillaren, auf minder intensive Oxydationsprocesse hinweisend, sich verringert.

Fig. 26 zeigt uns drei Fettkörperballen eines erwachsenen Individuums von Lampyris splendidula, welche durch die Kapillaren umfasst, und ziemlich fest vereinigt werden. Eben so stellt Fig. 27 ein auf der äußeren Haut des Hodens ausgebreitetes Geflecht von Kapillaren sammt geschwärzten Tracheenendzellen dar. Die verhältnismäßig bedeutende Entwicklung, welche nur der in den Leuchtorganen nachsteht, wird wohl gleichfalls durch die Bedürfnisse des in voller Ausbildung und Thätigkeit sich befindenden Organes zu erklären sein. An derselben Figur (*a*) bemerken wir noch eine ziemlich seltene, fast abnorm entwickelte flächenhafte Ausbreitung der Peritonealhaut einer mit Chitinspirale versehenen Trachee. Nach dem, was wir über die echten Tracheenendzellen festgestellt haben, wird dieses Gebilde wohl auch in dieselbe Kategorie zu stellen sein, da es gleichfalls als Ursprungsstätte der, hier in Einzahl vorhandenen, Tracheenkapillaren gilt.

Beiläufig mag hier noch das eigenthümliche Verhalten erwähnt sein, welches an vielen der bei den Larven von Lampyris splendidula seitlich in den Abdominalsegmenten befindlichen Tracheen wahrzunehmen ist. Die mit der Spiralfaser noch versehenen Tracheenäste lösen sich hier nämlich nicht, wie es sonst der Fall ist, in eine große Anzahl feiner Kapillaren auf, sondern enden (Fig. 28) in ziemlich kurzen und breiten, jedoch ganz glatten Röhrchen, welche an ihren Enden sich auffallend verbreitern, und scheinbar abgerissen aufhören. Ihre Peritonealhaut, welche sich meistens mit Osmium bräunt, ist an der äußersten Spitze etwas verbreitert und treibt nach allen Richtungen hin feine hyaline Ausläufer, die den beschriebenen Bindegewebsfäserchen ähnlich sich verzweigen und durch gegenseitige Verbindung ein oftmals außerordentlich verwickeltes Geflecht (Fig. 23 *b*) bilden. In welcher Beziehung diese Gebilde zu anderen Organen der Leibeshöhle stehen, gelang mir, wegen Mangels an entsprechendem Material, nicht näher zu ermitteln.

Das Nervensystem.

Schon Kölliker und Max Schultze (a. a. O.) haben auf den großen Nervenreichthum der Leuchtorgane bei den Lampyriden hingewiesen,

so wie auch hervorgehoben, dass dieser anatomische Befund mit der so prägnanten Abhängigkeit der Leuchtprocesse von psychischen Zuständen in Einklang zu bringen sei[1]. Max Schultze gelang es sogar bis zu den feinsten Verzweigungen der im Leuchtparenchym sich verbreitenden Nervenästchen vorzudringen: ihre Verbindung mit den einzelnen Zellen dieses Gewebes vermochte er aber nicht zur Ansicht zu bringen.

Ph. Owsjannikow (Mém. de l'acad. de St. Pétersbourg 1868. ser. VII. T. II) hat später diesen Zusammenhang an den Bauchplatten der Weibchen von Lampyris noctiluca weiter verfolgt und außer Zweifel gestellt (s. l. c. p. 5 und Fig. 6). Ich selbst habe mir seit Beginn der hier vorliegenden Studien große Mühe gegeben, dasselbe auch an frischen oder mittels Reagentien frisch behandelten Exemplaren von Lampyris splendidula aufzufinden, ohne dabei aber zunächst zu einem definitiven Resultate zu kommen. Erst die später wieder an konservirten Objekten aufgenommene Untersuchung (namentlich der oben geschilderten lateralen Leuchtorgane solcher Weibchen, welche mehrere Monate hindurch in einer etwa 50procentigen Alkohollösung aufbewahrt waren) vermochte die ersehnten Resultate zu liefern.

Sobald die betreffenden Organe mit alkoholischer Hämatoxylinlösung gefärbt und durch vorsichtige Behandlung mit Pinseln etwa der Hälfte ihrer Zellen beraubt waren, ließen sich die Nerven deutlich nachweisen. Sie erscheinen als Fäden, welche an ihren Eintrittsstellen in das Organ ungefähr den Durchmesser des Tracheenstammes erreichten, an ihren Endpunkten aber den der Tracheenkapillaren gewöhnlich übertrafen und sich dann, wie es schon von M. Schultze und Owsjannikow beschrieben ist, unter stumpfen Winkeln verzweigten.

Die letzten Ausläufer der Nervenästchen treten nun, wie es an Fig. 29 ersichtlich ist, mit je einer Parenchymzelle des Leuchtorgans in Verbindung. An den von mir in angeführter Weise hergestellten Präparaten schien der Zusammenhang ziemlich fest zu sein, da er durch eine in der Zusatzflüssigkeit bei gelindem Aufdrücken des Deckglases erzeugte Strömung meist nicht zu lösen war. Das betreffende Nerven-

[1] Owsjannikow (Bulletin de l'acad. de St. Petersb. T. VII. p. 55—61) wollte einst das momentane Aufhören des Leuchtens bei den Larven von Lampyris noctiluca durch den Umstand erklären, dass er annahm, die Leuchtknollen würden dabei tiefer in die Leibeshöhle hineingezogen und von den Eingeweiden überdeckt, so dass das Licht nicht aufhöre, sondern nur unsichtbar werde. Da die Thatsache der so ausgiebigen Innervation dieser Organe für die Erklärung der besagten Erscheinung ausreicht, ist diese Annahme um so eher entbehrlich, als der festzusammenhängende Fettkörper der Larven solcher Verschiebungen (wie sie vielleicht bei den Weibchen von Lampyris noctiluca noch möglich wären) unfähig ist.

element, welches bisweilen in einiger Entfernung von seinem Ende einen bedeutenden Zellkern besaß (Fig. 30), war nicht weiter in das Zellprotoplasma hinein zu verfolgen und scheint demnach gleich mit den peripherischen Schichten desselben zu verschmelzen. Um so weniger konnte ich die Fortsetzung desselben bis zum Zellkerne konstatiren, wie es Owsjannikow (a. a. O.) beobachtet haben will; ich glaube mich vielmehr berechtigt, zu vermuthen, dass der erwähnte Forscher durch den Schatten, welchen eine in der Richtung der eintretenden Faser an der gehärteten Parenchymzelle verlaufende Kante auf den Zellinhalt wirft, getäuscht worden sei, da solche Bilder Anfangs auch von mir für den Ausdruck des von ihm betonten Verhaltens gehalten worden sind. Es scheint mir überdies, dass, nach Allem dem, was sonst über die Funktion des Zellkernes und des Protoplasmas bekannt ist, die Annahme einer solchen Verbindung nur wenig für sich hat. Als die eigentliche reizbare Substanz der Zelle gilt mit Recht ausschließlich das Protoplasma, da es allein auf äußere Einwirkungen durch Veränderungen (z. B. Formveränderungen der gereizten Rhizopoden, Muskelzellen etc.) antwortet, ohne dass der Zellkern sich dabei bemerklich betheiligt.

Was die Konsistenz der Nervensubstanz in den Leuchtorganen anbetrifft, so müssen wir auf Grund unserer Untersuchungen schließen, dass sich dieselbe in sehr gequollenem Zustande befindet, da die letzten Nervenverästelungen nicht nur ihrer Zartheit wegen, sondern auch durch ihr specifisches Lichtbrechungsvermögen sich der Beobachtung an frischen oder schwach gehärteten Objekten entziehen, und es erst einer lange dauernden Härtung und intensiven Färbung bedarf dieselben sichtbar zu machen.

Der innere Bau der besprochenen Nerven zeigt keine besonderen Strukturverhältnisse. Außen sind dieselben von einem starken Neurilemm umhüllt, welches an den mit Osmiumsäure fixirten und nachher in einer mit Wasser verdünnten Mischung von Glycerin und Alkohol macerirten Objekten inhaltleer erscheint, während sie im Inneren deutlich wahrnehmbare Fibrillen enthält. An den Verästelungsstellen der Nerven kann man bisweilen einige durch bedeutendere Größe ausgezeichnete Zellkerne wahrnehmen, was auf das Vorhandensein etwaiger Ganglienzellen hindeutet.

Über das Verhalten der nervösen Elemente in der Unterhaut werden wir später bei der Besprechung des Hautsystemes noch ein paar Worte zu sagen haben. Dafür aber mag hier einiger Gebilde Erwähnung geschehen, die dem Nervensystem zugehören, ihrer Bedeutung nach uns aber einstweilen unbekannt sind.

An einigen Nervenästen, meist in der Nähe ihrer freien Endigung,

finden wir längliche oder ovale, denselben gewöhnlich in Mehrzahl aufsitzende Körperchen, welche von einer dünnen Membran und einem körnigen, das Licht wie Nervensubstanz brechenden, protoplasmatischen Inhalte gebildet sind und gewöhnlich mehrere ziemlich große Zellkerne aufweisen. Unsere Fig. 31 (*a* und *b*) führt uns zwei solche Nervenästchen vor. An Fig. 31 (*b*) scheinen die genannten Körperchen nur eine Verlängerung oder terminale Umbildung des betreffenden Nervenästchens darzustellen, da die Grenze zwischen ihnen und den letzteren nicht scharf hervortritt. An Fig. 31 (*a*) wiederum sehen wir sie ein solches Ästchen so dicht und allseitig besetzen, dass dasselbe unserem Blicke dadurch fast gänzlich entzogen wird.

Max Schultze hat ähnliche Gebilde im Körper der Männchen von Lampyris splendidula gesehen und abgebildet (Archiv für mikr. Anat. Bd. I, Taf. I, Fig. 7). Seine Deutung aber, die dahin geht, dass dieselben den von Leydig entdeckten Tastzellen zugehören, scheint uns auf bedeutende Schwierigkeiten zu stoßen. Ganz abgesehen davon, dass sie den »Tastzellen«, welche Leydig (Histologie p. 210 und 211, Fig. 113 und 114) beschreibt, und welche auch auf unseren Fig. 40 und 41 vorliegen, desshalb nicht sehr ähnlich sind, weil sie durch die größere Anzahl von Zellkernen im Inneren als vielzellige Gebilde erscheinen, und durch ihre abgerundete Form eine Verbindung mit Tasthaaren nicht vermuthen lassen, dürfte auch ihre Anhäufung so wie ihre Anordnung rings um einen Nervenast solcher Deutung kaum günstig sein, da durch dieselbe eine Anschmiegung an die flach ausgebreitete Unterhaut nur verhindert werden würde.

Dass diese Körperchen ganglionäre Endigungen der betreffenden Nerven vorstellen, scheint übrigens keinem Zweifel zu unterliegen. Ihre nähere Deutung aber ist hauptsächlich dadurch erschwert, dass wir den Ort, in welchem sie in der Leibeshöhle des Abdomens auftreten, nicht näher bestimmen können, da wir dieselben nur an solchen Präparaten gefunden haben, die schon vorher zerzupft waren, und auch eine nähere Ortsangabe bei Max Schultze vermissen. Es würde vielleicht nahe liegen, dieselben mit den von Leydig (»Über die Geruchs- und Gehörorgane der Krebse und Insekten« Reichert und du Bois' Archiv 1860, p. 300 so wie Taf. IX, Fig. 18) an den Subcostalvenen der Flügel von Dyticus marginalis gefundenen Gehörnervenendigungen zu homologisiren, wenn nicht das gänzliche Fehlen der an den letzteren auftretenden eigenthümlichen Sinnesstäbchen einen durchgreifenden Unterschied ausmachte. Weit wahrscheinlicher scheint es uns, dass diese Nervenendigungen dazu dienten, die durch Lageveränderungen der

Organe bedingten Druckverhältnisse in derselben Weise, wie die Pacinischen Körperchen der Wirbelthiere, zur Perception zu bringen.

Zum Schlusse will ich hier noch der eigenthümlichen Gebilde gedenken, welche ich im Kopfe der erwachsenen Larven von Lampyris noctiluca an den Enden der aus dem oberen Schlundganglion hervorgehenden Nervenstränge vorgefunden habe.

Es sind, wie es Fig. 32 zeigt, knollenförmige, etwa $^1/_4$ mm im Durchmesser haltende Körperchen, welche im Inneren einer dünnen Umhüllungshaut eine sehr feinkörnige Protoplasmamasse mit zahlreichen kleinen Zellkernen enthalten und neben der äußerst innigen Verbindung mit dem Inhalte des zugehörigen Nerven in der Regel auch mit einer an der entsprechenden Stelle meist gekrümmten stärkeren Trachee zusammenhängen. Diese letztere Verbindung scheint gleichfalls sehr fest zu sein, denn die Entfernung der beiderlei Organe war nicht ohne Entblößung der Trachee von ihrer Peritonealhaut zu bewerkstelligen, und doch war die Grenze zwischen beiden ganz scharf zu sehen. Auf den ersten Blick war ich der Annahme zugeneigt, dass diese merkwürdigen, bis jetzt wohl bei keiner Käferlarve beobachteten Organe für specifische Sinneswerkzeuge, ähnlich denen zu halten seien, welche ich bei den geschlechtsreifen Individuen gefunden hatte, allein die Bemerkung meines hochverehrten Lehrers, Herrn Geheimerathes Leuckart, dass es sich bei diesen der Verpuppung nahen Larven möglicherweise auch um Organanlagen handeln möchte, wie dieselben von Weismann als »Imaginalscheiben« beschrieben worden seien (vielleicht Anlagen von zusammengesetzten Augen oder Antennen des geschlechtsreifen Individuums), hat die angedeutete Vermuthung in den Hintergrund gedrängt. Leider habe ich kein genügendes Material (und namentlich keine Puppen) gehabt, um weitere Untersuchungen über diese Organe anstellen zu können.

Fettkörper und verwandte Organe.

Im Gegensatz zu vielen anderen Insekten, in denen der Fettkörper als ein zusammenhängendes, aus verbundenen Lappen bestehendes Gebilde erscheint, tritt er uns in den erwachsenen geschlechtsreifen Individuen beider Lampyrisarten als eine Masse von kleineren oder größeren, ganz lose in der Leibeshöhle zerstreuten und lediglich mittels Tracheenverzweigungen einigermaßen zusammengehaltener Körperchen oder Ballen entgegen, deren jedes von einer besonderen dünnen Membran umhüllt ist. Gestalt und Größe derselben scheint in einem und demselben Exemplare von Lampyris splendidula weniger zu variiren, als solches bei der Lampyris noctiluca der Fall ist. Bei den

Männchen der ersteren Species sind die Fettkörperballen fast durchweg kleiner, als die der weiblichen Individuen, was schon Leydig (Lehrbuch der Histologie, p. 343) aufgefallen ist. Die Weibchen von Lampyris noctiluca zeichnen sich (wenigstens die von mir untersuchten Exemplare) dadurch aus, dass die Größe und somit auch die Gestalt der Fettkörpermassen viel bedeutenderen Variationen innerhalb eines und desselben Individuums unterliegt. So sehen wir an Fig. 33 mehrere frei neben einander liegende, bisweilen durch sehr feine Bindegewebsfädchen verbundene, rundliche oder ovale Körper, deren einige sehr klein, und nur einzellig erscheinen, während die anderen verhältnismäßig riesengroß sind und der Anzahl der Kerne gemäß als vielzellige Gebilde sich erweisen, so dass sie einige Annäherung an die bei anderen Insekten vorkommenden Verhältnisse darbieten.

In einigen Körperregionen, wie z. B. in den von den Leuchtknollen bei den Weibchen der Lampyris splendidula nicht ganz ausgefüllten Seitentheilen der Abdominalsegmente, sind unsere Gebilde so dicht gegen einander gepresst, dass sie scheinbar einen einheitlichen Körper bilden. Nur die auf dem Querschnitte leicht zu entdeckenden Membranen sind es, welche die ursprüngliche Zusammensetzung solcher größeren Klumpen aus einzelnen Fettkörperballen kund thun.

Der Inhalt dieser Körper weist eine verschiedene Beschaffenheit auf. In den einen Fällen besteht derselbe nur aus gewöhnlichem Protoplasma, in welchem das Vorhandensein einer Mehrzahl Zellkerne auf die Entstehung durch Zusammenfließen eben so vieler embryonaler Zellen hinweist, in anderen Fällen treten dagegen diese fundamentalen Bestandtheile in den Hintergrund, indem sie durch oft sehr mächtig angehäufte Einschlüsse überdeckt oder fast gänzlich verdrängt werden.

In unseren Präparaten erwies sich besonders der Fettkörper der Lampyris splendidula in letzterer Hinsicht als charakteristisch. Die erwähnten runden Ballen sind oftmals, wie es schon von Leydig (l. c.) dargethan worden ist, mit kugelrunden Körnern, die sich durch einen strahligen, krystallinischen Bau und eine gelbliche oder bräunliche (im reflektirten Lichte schneeweiß erscheinende) Färbung auszeichnen und aus einem harnsauren Salze bestehen, so dicht erfüllt, dass sie ganz undurchsichtig werden, und selbst ihre Membran nur schwer erkennen lassen. Dass dieselben mit den doppeltbrechenden Körnchen der »Uratschicht« identisch sind, und lediglich durch ihre viel beträchtlichere Größe sich von dieser unterscheiden, haben schon die früheren Forscher hervorgehoben.

Im Fettkörper der von mir untersuchten Exemplare von Lampyris noctiluca waren diese Konkremente bei Weitem nicht so zahlreich

und groß wie bei Lampyris splendidula. Ob dieses abweichende Verhalten auf dauernde oder nur vorübergehende funktionelle Unterschiede zwischen den untersuchten Objekten hinweist, können wir nicht entscheiden, da die Gesetze der hier eintretenden Veränderungen gar nicht bekannt, ja sogar die Ursachen und die Bedeutung der Anhäufung dieser Exkretionsstoffe noch nicht ermittelt sind. Die Behandlung solcher Fettkörpertheile mit den oben für die Harnsäurekonkremente der dorsalen Schicht der Leuchtorgane als Lösungsmittel angeführten Flüssigkeiten, bleibt auch hier nicht ohne den erwarteten Erfolg. Die kugeligen Körperchen werden, mehr oder weniger rasch, sämmtlich aufgelöst. Kommt diese Auflösung langsamer zu Stande, so kann man diese Erscheinung Schritt für Schritt verfolgen. Man ersieht dann, dass dieselbe nicht, wie sonst an den Krystallen, von außen nach innen fortschreitet, sondern gewöhnlich zuerst eine mittlere, zwischen dem Centrum und der Peripherie befindliche Zone betrifft, indem diese ihre strahlige Struktur einbüßt und durchsichtig wird. Später verschwindet der Kern, so dass dann eine nur sehr dünne, peripherische Lage (vielleicht aus einer anderen Substanz bestehend?) übrig bleibt, die in Gestalt eines zarten Ringes noch eine längere Zeit sich erhält. In Fig. 46 sehen wir eine Anzahl solcher in Auflösung begriffener Kugeln: mitunter treffen wir auch solche, in deren Innerem noch zwei oder drei, dem äußersten ähnliche Ringe auftreten.

Nach dem vollständigen Verschwinden dieser Gebilde können an den vorher so vollgestopften Fettkörperballen von Lampyris splendidula natürlich nicht mehr die ursprünglichen Bestandtheile nachgewiesen werden. Dafür aber treten die Reste des Protoplasma, welches diese Konkremente in sich einschloss, gar oftmals unter der Form eines zarten und zierlichen gitterartigen Gerüstes entgegen, wie es auf Fig. 26 ersichtlich ist.

Was das Fett, den sonst am häufigsten vorkommenden Einschluss dieses Gewebes, betrifft, so kann man sein Vorhandensein in den geschlechtsreifen Thieren nur in den allerwenigsten Fällen konstatiren[1].

In den Fettkörperballen von Lampyris noctiluca konnte ich freilich gelegentlich in dem erwähnten Stadium noch Fettkügelchen oder Tropfen wahrnehmen; bei Lampyris splendidula aber ist es mir fast niemals vorgekommen.

Der Fettkörper der Larven von Lampyris noctiluca zeigt wiederum eine andere Gestaltung. Im Gegensatz zu den erwachsenen

[1] Beim Beginn der Flugzeit kann man freilich männliche Individuen von Lampyris splendidula antreffen, deren Fettkörperballen noch ziemlich deutliche Scheidung in einzelne Zellen, so wie auch Fetttröpfchen aufweisen.

geschlechtsreifen Thieren, bei denen er aus lose zerstreuten Ballen von verschiedener Größe besteht, zeichnen sich hier seine Elemente durch eine regelmäßigere Gestalt und eine durchaus gleiche Größe aus. Der wichtigste Charakter desselben aber besteht darin, dass alle Ballen durch bindegewebige hyaline Stränge mit einander verbunden sind und ein äußerst zierliches Netzwerk bilden. Dieses Gewebe, welches, besonders in diesem Falle, sich mit den Netzen der Wirbelthiere vergleichen lässt (s. Leydig, Histologie, p. 342), umfasst den Darmtraktus und die sich bildenden Geschlechtsdrüsen, die Leibeshöhle vollständig und dicht ausfüllend. In Fig. 34 sehen wir einige solche Fettkörperballen, deren jeder mehrere von der bindegewebigen Umhüllungshaut ausgehende weiße Fäden gegen die anderen entsendet. Da diese Ballen übrigens nicht in eine einzige Lage angeordnet sind, so bemerkt man an vielen derselben noch Fäden, welche anderen Richtungen des Raumes entsprechen, auf unserer Abbildung aber nicht wiedergegeben werden konnten.

Das Innere lässt den gleichen Inhalt bemerken, wie bei den reifen Individuen. Nur an einigen günstigeren Objekten konnte ich an Querschnitten (Fig. 35) eine deutliche Scheidung des um die zahlreichen Zellkerne angehäuften Protoplasmas in einzelne, durch deutliche Linien begrenzte Zellterritorien wahrnehmen, was auf den ursprünglichen Bau dieses Gewebes hinweist. In Betreff der nicht eiweißartigen Einschlüsse ist hervorzuheben, dass ich in den untersuchten Exemplaren nur selten Harnsäurekonkremente auffand. Fett ist aber in bedeutender Menge abgelagert.

Im Kopfe erleidet dieses Gewebe eine eigenthümliche Umänderung. Der von der Membran umschlossene Inhalt verödet hier oft bis auf geringe Spuren, so dass dann erstere allein mit den erwähnten Bindegewebssträngen übrig bleibt.

Dieses Verhalten führt uns zu eigenthümlichen, einzelligen Gebilden hinüber, welche in der Leibeshöhle sowohl der geschlechtsreifen Individuen beider Arten wie auch in deren Larven oft sehr zahlreich vorkommen und ihrer Funktion nach gänzlich räthselhaft erscheinen [1].

Es sind das auffallend große Zellen, durchschnittlich, in gehärteten Objekten, 0,07 mm groß, welche von den übrigen Zellen unserer Thiere und anderer Insekten sich in vieler Hinsicht unterscheiden. Ihre Form ist (Fig. 36 und 37) rund oder oval, oft mit ausgezogener Spitze. Einige

[1] Erst nachträglich erfahre ich, dass ähnliche Gebilde schon von Graber (Über den propulsatorischen Apparat der Insekten. Archiv für mikr. Anat. Bd. IX) bei mehreren anderen Insektengruppen beschrieben worden sind. Es sind demnach die von ihm genannten »eingesprengten Zellen«, die ich aber als »einzellige Drüsen« aufzufassen auf keinen Fall geneigt bin.

derselben erscheinen von verschiedenen Seiten unregelmäßig zusammengedrückt (Fig. 38), wie das besonders in den Larven von Lampyris noctiluca anzutreffen ist. Von außen von einer außerordentlich feinen, nicht einmal immer nachweisbaren Membran umgeben, bestehen diese Zellen aus einem hellen und durchsichtigen etwas gelblichem Protoplasma, welches in der Mehrzahl der von mir untersuchten Exemplare nur spärliche, äußerst zarte, kleine Körnchen und einen großen, ebenfalls hellen, oft die Hälfte des Durchmessers, der Zelle einnehmenden Zellkern enthält, um den die ersteren gruppirt sind. Bei der Färbung mit Karmin oder Methylgrün treten die Kerne sehr deutlich hervor, indem das Protoplasma meist farblos bleibt.

In den Weibchen von Lampyris splendidula finden wir diese Gebilde gruppenweise in den Abdominalsegmenten neben den lateralen Leuchtorganen den fein verästelten Tracheen anhängend, so dass sie oft äußerst zierliche kleine Trauben bilden, wie Fig. 36 es vorstellt. Bei den Männchen derselben Species kommen dieselben noch viel zahlreicher vor, indem sie hier auch in Menge den Querstämmen aufsitzen, welche in jedem Segmente des Abdomens die entprechenden Tracheenbäumchen verbinden. Ihre Untersuchung aber ist hier oft (besonders an Alkoholmaterial) durch die große Ähnlichkeit mit den kleinen und wenig Fett enthaltenden Fettkörperzellen erschwert.

Bei Lampyris noctiluca hingegen sind diese Gebilde sehr spärlich und nicht so regelmäßig angeordnet. Die in Fig. 38 abgebildeten, durch Druck aber verunstalteten, sehr blassen Zellen stammen von einer Larve her, die dieselbe sowohl zwischen den Fettkörperlappen wie auch unmittelbar unter der Haut aufwies.

Unsere Fig. 39 führt uns ein aus dem Weibchen derselben Species herstammendes, interessantes Präparat vor Augen, in welchem eine solche Zelle mit einem großen Fettkörperballen mittels ihrer in einen feinen Ausläufer ausgezogenen Membran zusammenhängt; ein Umstand, welcher ein gewisses Licht auf die organologische Bedeutung dieser merkwürdigen Gebilde zu werfen scheint, indem er die Zugehörigkeit resp. den genetischen Zusammenhang derselben mit dem Fettkörper vermuthen lässt.

Was die oben erwähnte Verbindung mit dem Tracheensystem anbetrifft, so ist diese sehr charakteristisch[1]. So sehen wir in Fig. 36, wie

[1] Targioni-Tozzetti, welcher (»Sull' organo che fa lume nelle luciole volanti d'Italia.« Bull. della Soc. Entom. Ital. vol. II. 1870) ähnliche große Zellen in Luciola italica aufgefunden hat, berichtet, dass er das Eindringen der Tracheenästchen in das Innere derselben wahrgenommen habe. An unseren Objekten konnten wir aber ein solches Verhalten nicht konstatiren.

sich die Trachee in zahlreiche, der Chitinspirale entbehrende Kapillaren (welche hier aus Mangel an Raum nicht alle dargestellt werden konnten) auflöst, mittels deren sie die einzelnen Zellen umfasst. Hier und da treten diese Kapillaren mit einander in anastomosirende Verbindung, was die Verbindung noch begünstigt. Außerdem aber bemerken wir in Fig. 37 *b*, dass von diesen feinen Röhrchen noch feinere abgehen, welche zu den oben beschriebenen Bindegewebsfäserchen gehören, und sich an die Membran einer Zelle ansetzen. In Fig. 37 *a* habe ich eine Zelle abgebildet, welche sich in zwei feine Ausläufer auszieht, und sich mittels derselben, unmittelbar und fest, der Peritonealhaut eines stärkeren Tracheenästchens verbindet.

Das Hautsystem.

Die Körperbedeckung der mir bekannten Lampyrisarten ist je nach dem Entwicklungsstadium und dem Geschlechte unserer Thiere sehr verschieden, in mancher Hinsicht recht auffallend gebildet.

Die äußere Chitinlage der geschlechtsreifen Individuen und der Larven von Lampyris noctiluca, so wie der Männchen von Lampyris splendidula, ist stets tief braun gefärbt. Das Pigment durchdringt dieselbe ganz gleichmäßig, ohne an besondere zellige Elemente gebunden zu sein. Abgesehen von den Gelenkhäuten, die hier wie überhaupt, eine hellere Farbe zeigen, findet man nur an der Bauchseite der hinteren Abdominalsegmente, da, wo die Leuchtorgane liegen, größere nicht pigmentirte Stellen, welche weiß oder gelblich erscheinen und durch ihre Durchsichtigkeit das Herausströmen des Lichtes ermöglichen. Im Gegensatze dazu zeichnet sich das Weibchen von Lampyris splendidula sehr auffallend dadurch aus, dass es eine völlig farblose und durchsichtige Haut besitzt. Diesem Umstande verdankt dasselbe denn auch die Fähigkeit mit dem ganzen Abdomen zu leuchten. Außen ist diese Chitinschicht an allen Stellen des Körpers, ohne Ausschluss sogar der Leuchtfenster, mit zahlreichen, in gleichen Abständen angeordneten echten Tasthaaren bedeckt, welche in je einem ringwallartig begrenzten Grübchen eingepflanzt sind und durch die kugelgelenkartige Bildung ihrer Wurzel zu einer freien und vielseitigen Nachgiebigkeit befähigt werden.

Die Hypodermis sowohl der geschlechtsreifen Thiere, wie der Larven von Lampyris splendidula ist eine einfache dünne Lage kleiner, polygonaler, pflasterartig angeordneter Zellen, deren Grenzen sehr oft bei passender Osmiumsäurebehandlung und Härtung zum Vorschein treten. Auf ihrer unteren Fläche breitet sich der zur Sinnesfunktion des Tastens dienende Nervenplexus aus. Wie es unsere Fig. 40

und 41 zeigen, besteht der letztere aus fein verzweigten Nervenfädchen, welche an ihren Theilungsstellen etwas verbreitert sind, größere Zellkerne enthalten und an gangliöse Endzellen sich ansetzen. Da ein ähnliches Verhalten schon früher von Leydig bei den Larven von Corethra plumicornis u. a. genau beschrieben worden ist (Zeitschr. f. w. Zool. 1857; Lehrbuch der Histologie, p. 210 und 211, Fig. 113), kann ich mich hier auf die Bemerkung beschränken, dass die bei Lampyris vorkommenden Tastzellen von denen der erwähnten Species in so fern sich unterscheiden, als sie oftmals mehrlappig sind, mitunter sogar aus zwei, kaum mit einander verbundenen Hälften bestehen und ein trübkörniges, fast drüsiges Aussehen haben. Dieser letztere Umstand ist so auffallend, dass ich lange Zeit mich nicht entschließen konnte, dieselben für Ganglienzellen zu erklären, vielmehr geneigt war, in ihnen Hautdrüsen zu sehen. Erst die nach längerer Untersuchung gewonnene Überzeugung, dass die Chitinhaut nirgends von Ausführungsgängen durchbohrt sei, und dass die oben beschriebenen Tasthaare nicht als solche funktioniren könnten, belehrte mich von der Unhaltbarkeit dieser Auffassung.

Eigenthümlich ist das Verhalten dieser Zellen gegen Osmiumsäure. An den in dieser Substanz getödteten Thieren bemerkt man nämlich, dass sich dieselben gleich den »Tracheenendzellen« tief dunkelbraun färben, meist aber eine ungefärbte (nicht dem Zellkerne entsprechende), runde Stelle aufweisen. Der Zellkern scheint hier auch meistens zu schwinden. Dagegen erblickt man (Fig. 41) in jeder Zelle drei bis vier runde, tief geschwärzte Punkte, welche ich jedoch nicht mit dem Zellkerne in Beziehung setzen kann, theils weil sie kleiner und zahlreicher sind, theils auch desshalb, weil meines Wissens der Zellkern nirgends das Reduktionsvermögen des Zellenprotoplasma besitzt. Ihre Bedeutung muss ich daher einstweilen dahingestellt sein lassen.

Die Substanz der Tastzellen tritt, allem Anscheine nach, mit dem protoplasmatischen Inhalt der Sinnesborsten in Verbindung.

Vergleichen wir mit den beschriebenen Organen das Hautsystem der erwachsenen Larven von Lampyris noctiluca, so bemerken wir bedeutende und unerwartete Unterschiede.

Was zunächst die Chitingebilde anbetrifft, so erscheint deren äußere Lage, mit Ausnahme der den Leuchtknollen entsprechenden Stellen, der Gelenkhäute, einer auf dem Rücken sich hinziehenden Längslinie und der dreieckigen Punkte an den Seiten jeder Rückenplatte tief schwarz gefärbt und auf ihrer ganzen Oberfläche mit kleinen, helleren Warzen besetzt. — In durchfallendem Lichte betrachtet weist die Haut eine polygonale Felderung auf, welche durch starke Balken bedingt ist, die zu

einem ziemlich regelmäßigen Gitterwerk vereinigt sind und an dem Vordertheile der hinteren Leibessegmente sich mit einem dicken Längsstabe verbinden (Fig. 42). An Querschnitten, welche man durch den Thierkörper hindurch gelegt hat, so wie an Präparaten, an denen die brüchige Außenlage der Epidermis entfernt worden ist, bemerkt man folgende Strukturverhältnisse. Unterhalb der Oberfläche breitet sich ein hyalines, aus stark lichtbrechendem Chitin bestehendes Gitterwerk aus, welches durch dünnere, senkrecht stehende Wände (an unserem Querschnitte sehen dieselben wie beiderseits verbreiterte Balken aus) mit einem zweiten ganz kongruentem Gitterwerke verbunden ist, das der Leibeshöhle näher gelegen ist und der Innenfläche eine wabenartige Beschaffenheit giebt. Die in dem Wabenraume befindliche protoplasmatische Hypodermis ist durch sehr auffallende Beschaffenheit ausgezeichnet. Anstatt wie bei allen anderen Insekten aus einem mehr oder minder deutlichen Pflasterepithel zu bestehen, stellt sie eine ziemlich kompakte, feinkörnige Schicht vor, welche meist (wie es unser Querschnitt Fig. 35 zeigt) eine sehr bedeutende Mächtigkeit besitzt, und der wabenförmigen Struktur der Chitingebilde entsprechend, aus polygonalen Platten besteht, die man bei vorsichtiger Präparation von einander trennen kann. Was den Inhalt dieser Platten anbetrifft, so bemerken wir an den gefärbten Querschnitten (Fig. 35), dass er stets körnig ist, und außerdem größere und kleinere, runde oder unregelmäßig gestaltete, stark sich färbende Körperchen enthält, welche als Zellkerne, resp. deren im Zerfall begriffene Theile angesehen werden dürfen, und durch ihre unregelmäßige Anordnung ein recht auffallendes Verhalten darbieten. In der Mitte einer jeden solchen Platte bemerken wir außerdem noch der Insertion eines Haares gegenüber eine rundliche oder ovale, einen oder mehrere große Zellkerne enthaltende Zelle, welche von der geschilderten breiigen Masse umgeben, gegen den Körper hin ein feines Fäserchen aussendet. (An unseren Abbildungen konnten diese letzteren nicht in allen Fällen dargestellt werden, weil sie ihrer Feinheit wegen nur selten auf Querschnitten getroffen werden.) Die Deutung der beschriebenen Gebilde war eine ziemlich schwierige Aufgabe. Es lag zuerst nahe, die unter den Haaren gelegenen Zellen für Hautdrüsen zu halten, deren Inhalt durch den Hohlraum der ersteren nach außen befördert werden könnte. Aussehen und Volumen schienen in der That dafür zu sprechen. Allein die nähere Untersuchung der betreffenden Haare und die Vergleichung derselben mit den als Ausführungsgänge für Hautdrüsen fungirenden Borsten, wie solche z. B. von Leydig (Histologie, p. 115, Fig. 59) bei Bombyx rubi beschrieben worden sind, veranlasste mich schließlich denselben eine nervöse Natur zuzusprechen. Während die echten »Gifthaare« nämlich in

der Regel sehr scharfe, oft am Ende gekrümmte oder in ganzer Länge gebogene, unbeweglich mit der Cuticula verbundene Stacheln darstellen, sind die hier auftretenden Borsten stumpf, gelegentlich selbst an den Enden keulenförmig verbreitert, und in der Regel, wie die der erwachsenen geschlechtsreifen Thiere, beweglich an der Cuticula eingelenkt, so dass sie nicht leicht brechen, wie es doch nöthig ist, um ihren Inhalt zu entleeren. Andererseits bietet auch das Vorhandensein des Fädchens, welches von jeder solchen Zelle gegen die Leibeshöhle hinläuft, um sich auf der inneren Fläche des beschriebenen Gitterwerkes mit einem Nervenplexus zu verbinden[1], einen Hinweis auf den nervösen Charakter dieser Gebilde dar.

Die eigenthümliche drüsenähnliche Beschaffenheit der übrigen Hypodermis ließe sich vielleicht durch die physiologische Thätigkeit dieser Schicht erklären. Indem dieselbe nämlich bei den geschlechtsreifen Thieren bloß eine Stütze für den nervösen Apparat abzugeben braucht, hat sie bei den Larven, welche, wie bekannt, mehreren Häutungen unterliegen, die Aufgabe, eine sehr bedeutende Chitinmasse zu produciren. Vielleicht dass die dazu nothwendigen Materialien derselben ein trübes Aussehen verleihen. Eben so könnte man etwa vermuthen, dass die dabei ablaufenden intensiven Stoffumsatzprocesse die ungewöhnliche Vertheilung ihrer Kernsubstanz bedingten.

Da voranstehend mehrfach von Tasthaaren die Rede war, will ich hier eines recht ungewöhnlichen Fundortes derselben erwähnen. Es ist nämlich der Afterdarm der Larve von Lampyris noctiluca. An einer etwa im vorletzten Abdominalsegment gelegenen Stelle findet man im Inneren dieses Organes eine kurze Strecke, an der die chitinöse Auskleidung ganz typische, kleine, spitze Sinnesborsten trägt, wie es der von uns abgebildete Querschnitt (Fig. 43) zeigt. — Welche specifische Bedeutung denselben an einer solchen Stelle des Körpers zuzuschreiben sei, muss einstweilen dahingestellt bleiben. Wäre es sicher gestellt, dass dieser Theil des Darmes sammt dem im letzten Abdominalsegment befindlichen Haftorgan nach außen ausgestülpt wird, so würden wir ihnen wohl die Fähigkeit der Tastempfindung zuschreiben können: bis jetzt ist es uns aber nicht gelungen, eine solche Ausstülpung wahrzunehmen.

Organologische Stellung der Leuchtorgane.

Fast alle Forscher, die sich bis jetzt mit der Struktur und den Funktionen dieser merkwürdigen und so isolirt zwischen allen anderen Gewebsarten des thierischen Organismus dastehenden Apparate beschäf-

[1] Dieses Letztere ist wohl deutlich nur an den Gelenkhäuten und am Kopfe zu beobachten, wo die Tastzellen ihre Beschaffenheit beibehalten, der kammerige Bau der Chitinhaut aber fehlt.

tigten, haben dieselben immer unter gewisse bestehende histologische oder physiologische Rubriken zu stellen versucht, und hiermit auch mehr oder weniger ausgesprochene Hypothesen über ihre Entstehung aus anderen Geweben verbunden.

So reiht Leydig (Histologie, p. 343) diese Organe dem Fettkörper an. . . . .

Kölliker (l. c. p. 7) tritt dieser Ansicht mit Nachdruck entgegen, indem er dieselben für »nervöse Apparate« hält.

Owsjannikow hingegen (Mémoires de l'acad. de St. Pétersb. ser. VII. Tom. 11, p. 4) spricht sich folgendermaßen aus:

»Die Zellen der Leuchtplatten gehören ihrem Aussehen und ihrem mikroskopischen Charakter nach zu den Epithelzellen, und haben mit diesen Gebilden die größte Ähnlichkeit. So wie die Epithelzellen der Drüsen dieses oder jenes Sekret produciren, so produciren diese Zellen eine leuchtende Substanz.«

Obwohl, wie wir Solches im nächsten Kapitel noch weiter hervorzuheben haben, diese Organe in der That einigermaßen mit Drüsen vergleichbar sind, so ist dieser Vergleich doch nur auf ihre Funktionsweise und nicht auf ihren Bau zu basiren. Morphologisch betrachtet bieten die sie zusammensetzenden Parenchymzellen sowohl ihrer Gestalt als ihrer Anordnung nach mit den Zellen, aus welchen die echten Drüsen bestehen, nur sehr unbedeutende Ähnlichkeiten dar. Im Gegensatz zu den letzteren, welche ja in der Regel cylindrische, einschichtig um einen Hohlraum angeordnete Gebilde darstellen, sind sie polyedrische, unregelmäßig in mehreren Schichten angehäufte Zellen, welche viel eher mit denen, welche (auf Querschnitten) an den Fettkörperballen (Fig. 35) deutlich hervortreten, zu homologisiren sind, besonders da diese letzteren auch denselben trübkörnigen Inhalt besitzen, der sich in gleicher Weise bei zahlreichen Drüsenzellen nachweisen lässt.

Auch in einen genetischen Zusammenhang mit Epithelialgebilden sind diese Organe, dem heutigen Stande unserer diesbezüglichen Kenntnisse gemäß, sehr schwer zu bringen. Freilich könnte man sich dieselben, als Mesodermgebilde auch aus irgend einem Epithel hervorgegangen denken, und diese Annahme würde nach der neuesten »Coelomtheorie« der Gebr. Hertwig große Wahrscheinlichkeit haben[1], aber wir wissen bis jetzt nicht, ob dasselbe nicht etwa aus anderen, in früheren Perioden der Entwicklung bestehenden Organen oder deren Anlagen hervorgeht, welche möglicherweise ja schon vor ihrer Umwandlung in die uns beschäftigenden Organe ihren ursprünglich epithelialen Bau eingebüßt haben können.

[1] O. und R. Hertwig, Coelomtheorie. Jen. Zeitschr. f. Naturwissensch. 1881.

Ähnliche Schwierigkeiten dürften wohl auch der oben citirten Kölliker'schen Auffassung entgegenstehen, wenn sich dieselbe nicht wesentlich auf die physiologischen Erscheinungen bezöge, und den merkwürdigen Umstand in den Vordergrund stellte, dass das Nervensystem und der Willen des Thieres einen so entschiedenen Einfluss auf die Lichtentwicklung ausübt, dass letztere fast augenblicklich[1] sistirt werden kann.

Sollte auch uns gestattet sein, unsere Vermuthungen in der uns interessirenden Frage auszusprechen, so würden wir auf Grund der Vergleichung aller von uns im Laufe der vorliegenden Arbeit hergestellten Präparate vorläufig nur der ältesten, an erster Stelle erwähnten Auffassung Leydig's beistimmen, mithin eine nähere Beziehung der Leuchtorgane mit dem Fettkörper für wahrscheinlich halten. Freilich sehen auch wir im Großen und Ganzen zwischen beiden Organsystemen auf den ersten Blick recht augenfällige Unterschiede: bei ersterem mehr massive Konsistenz, größere Koncentration und (schon nach der gewöhnlichen Härtung in Alkohol) deutlich wahrzunehmende Sonderung in einzelne Zellenterritorien, bei letzterem eine Vertheilung auf kleinere, entweder frei in der Leibeshöhle flottirende und nur durch Tracheen festgehaltene, oder durch die oben beschriebenen bindegewebigen Stränge mit einander zu einer Art Netz verbundene rundliche Ballen, deren Zellen zu einer einzigen, vielkernigen protoplasmatischen Masse verschmolzen sind! Alle diese Gegensätze glauben wir aber nicht allzuhoch schätzen zu dürfen, da eine nähere Betrachtung unserer Objekte die Schroffheit derselben um ein Beträchtliches zu vermindern und sogar wichtige Ähnlichkeiten zu Tage zu fördern im Stande ist. Wenn wir nämlich einen größeren Fettkörperballen aus einem erwachsenen Individuum mit einem kleinen, lateralen Leuchtorgane des Weibchens oder der Larve von Lampyris splendidula vergleichen, so bemerken wir auf den ersten Blick, dass dieselben im Ganzen nichts Anderes als rundliche Säckchen darstellen, die durch eine dünne und durchsich-

[1] Wir können übrigens die Angabe nicht bestätigen, dass das Aufhören des Leuchtens eben so schnell und so vollständig auf einen Willensakt erfolge, wie z. B. das Aufhören einer Muskelkontraktion. Vielmehr haben wir immer noch nach Aufhören des intensiven Leuchtens einen schwachen Schimmer an den Leuchtstellen sich kundgeben sehen. Ein Anderes wäre auch unserer Meinung nach ganz undenkbar, da wir sonst einen Einfluss des Nervensystems nicht nur auf die Produktion der Leuchtsubstanz in den Parenchymzellen, sondern auch auf die Oxydation des nach dem Eintreten des Willensimpulses unoxydirt gebliebenen Restes, also auf die Athmung der Parenchymzellen, bzw. Diffusion des im Blute aufgelösten Sauerstoffs in dieselben annehmen müssten, wofür wir doch bis jetzt kein einziges Analogon in der ganzen Physiologie aufweisen könnten.

tige, hier und da kleine Zellkerne aufweisende bindegewebige Haut gebildet sind und in ihrem Inneren einen vielkernigen Protoplasmaklumpen enthalten.

Dass die Umhüllungshaut sich an beiden Organen ganz gleich bleibt, und zu den von außen mit denselben in Verbindung tretenden Organen, wie Tracheen und Nerven, in gleichem Verhältnisse steht, ist kaum hervorzuheben: die erwähnten Gebilde legen sich in beiden Fällen dicht derselben auf, oder treten, wo nöthig, durch dieselben hindurch ins Innere des Säckchens hinein, natürlich im Leuchtorgane, seinen physiologischen Leistungen gemäß, sich viel reichlicher verzweigend und in innigere Verbindung mit dem Inhalte tretend.

Aber auch die Beschaffenheit des letzteren ist in beiden Fällen vielfach ähnlich. Gelang mir doch auch an einigen Präparaten die Sonderung des in den Fettkörperballen enthaltenen Protoplasma in einzelne Zellen wahrzunehmen. Ein solches Präparat habe ich in Fig. 35 abgebildet. Es stellt den Theil eines durch das Abdomen einer erwachsenen Larve von Lampyris noctiluca gelegten Querschnittes dar, an dem die Fettkörperballen, die hier einen so beträchtlichen Theil der Leibeshöhle ausfüllen, ja in eine Anzahl polygonaler, durch verhältnismäßig scharf hervortretende Linien von einander geschiedener Felder zerfallen und in einem jeden derselben einen großen, runden Zellkern aufweisen.

Obwohl sonst bei morphologischen Betrachtungen die physiologischen Momente (wie das Verhalten der in Geweben enthaltenen Stoffumsatzprodukte) gewöhnlich, und meistens auch mit Recht, keine Berücksichtigung verdienen, so können wir doch nicht umhin, hier auch diese in unsere Parallele hineinzuziehen. Wir finden nämlich in unseren Fettkörperballen, besonders bei den oben beschriebenen geschlechtsreifen Exemplaren der Lampyris splendidula, unter gewissen Umständen eben so massenhafte Konkremente harnsaurer Salze, wie im Parenchym der Leuchtorgane, nur in so fern abweichend, als dieselben hier in der Regel größer sind und sich (wie oben beschrieben) durch gewisse kaum schwer wiegende Eigenthümlichkeiten auszeichnen. Da wir nun aber eine so lebhafte Bildung, bzw. Anhäufung der erwähnten Substanzen in keinem anderen Organe des Insektenkörpers, nicht einmal in den Malpighi'schen Gefäßen antreffen, so dürfen wir auch diese Eigenthümlichkeit wohl für ihre Verwandtschaft geltend machen, wie es auch Leydig (l. c.) gethan hat.

Aber selbst unverkennbare morphologische Zwischenglieder können wir, sogar in demselben Individuum, zwischen dem Fettkörper- und Leuchtgewebe auffinden. Betrachten wir die oben geschilderten großen, einkernigen, mit Tracheenästchen verbundenen Zellen, so finden wir

dieselben mit den Parenchymzellen der Leuchtorgane (besonders denen der ventralen Schicht, die nur spärlich körnige Einschlüsse enthalten) einerseits, und unseren »Säckchen« andererseits sehr nahe verwandt. Von den ersteren unterscheiden sie sich nur durch eine etwas beträchtlichere Größe und den Besitz einer Membran, von den letzteren sind sie wiederum lediglich durch die Einzahl des Zellkernes geschieden: aber die beiden Momente sind von so geringer Bedeutung, dass wir daraus unmöglich einen Gegengrund gegen unsere Ansicht entnehmen können. Und das um so weniger, als bei unseren Thieren auch Fettkörperballen vorkommen, welche kleiner sind und nur wenige Zellkerne aufweisen.

Damit soll nun aber nicht behauptet sein, dass die Leuchtorgane der Lampyriden als direkte Abkömmlinge des Fettkörpers anzusehen wären. Wahrscheinlicher vielmehr däucht uns die Annahme, dass beiderlei Gebilde denselben embryonalen Zellen ihren Ursprung verdanken, einer indifferenten Masse, aus der dann eben sowohl der Fettkörper, wie auch die Leuchtorgane hervorgehen. Doch die vorliegende Frage ist einstweilen noch nicht spruchreif! Es fehlt ja noch an den embryologischen Untersuchungen, welche allein im Stande wären dieselbe mehr aufzuklären, gänzlich!

Welcher morphologischen Gruppe die »Tracheenendzellen« zugehören, wird viel weniger schwer zu ermitteln sein. Nachdem wir nämlich nachgewiesen haben, dass dieselben keine wirklichen Endigungen von Tracheen darstellen, sondern nur die gemeinsame Wurzel der feinen »Tracheenkapillaren« abgeben, kann uns die Zugehörigkeit dieser Gebilde zur chitinogenen Schicht des Tracheensystems, der sog. »Peritonealhaut« oder »Matrixschicht« der Tracheen, nicht einen Augenblick zweifelhaft erscheinen. Sie werden somit bloß eigenthümlich erweiterte und flächenhaft ausgebreitete Stellen derselben darstellen, deren Form und Größe wesentlich durch die Zahl und Anordnung der aus ihnen hervorgehenden Tracheenröhrchen bedingt ist. So sehen wir die Tracheenendzelle in den Fällen, wo die Haupttrachee in viele, fünf bis sechs, Kapillaren sich verzweigt, eben so viele Fortsätze sich ausziehen, um mittels derselben die in das Parenchym des Leuchtorgans eintretenden, oder an sonstigen Organen sich ausbreitenden Chitinröhrchen in ihrem ganzen Verlauf zu umfassen, sie durch die oben beschriebenen Bindegewebsfädchen zu befestigen, und wahrscheinlich auch bei der Häutung zu regeneriren.

Wo dagegen die Trachee nur wenige Endästchen aussendet, da weist auch die Tracheenendzelle nur wenige solche Fortsätze auf.

Dieselben werden, je mehr sie sich von ihrer Ursprungsstätte ent-

fernen, desto dünner; sie verlieren dabei das charakteristische, hauptsächlich den Tracheenendzellen zukommende Verhalten gegen Osmiumsäure und bilden schließlich einen so dünnen kernlosen Protoplasmaüberzug auf den Kapillaren, dass sie sich sogar in vielen Fällen der direkten Beobachtung entziehen.

Aber nicht überall gelangen die Tracheenendzellen zu ihrer typischen Gestaltung. So sehen wir in den Fig. 17—19 abgebildeten Fällen, welche schon früher als Übergänge zwischen den beiden damals beschriebenen Verzweigungstypen in Anspruch genommen wurden, dass der Körper der (hier kernlosen) Zelle weit in den Hintergrund tritt, während die Fortsätze dafür desto üppiger sich entwickeln, indem sie sowohl in Länge wie in Breite die gewöhnlichen verhältnismäßig bedeutend übertreffen. Solche eigenthümliche Formen sind aber in den Leuchtorganen viel seltener, als auf den weniger mit Tracheenkapillaren versorgten Organen von Lampyris splendidula, wie z. B. auf dem Fettkörper. Übrigens kann die Peritonealhaut der Tracheen, ohne dass die in ihr verlaufende Chitinröhre eine besondere Verzweigung eingeht, ähnliche Eigenschaften aufweisen, wie die Tracheenendzellen. Nicht bloß, dass dieselbe durch Osmium ziemlich tief geschwärzt wird, hier und da zeigt sie auch eine Differenzirung der oberflächlichen Schicht[1], wie das in unserer Fig. 11 für die Tracheenendzellen dargestellt ist.

Um über die Entstehungsweise der uns hier interessirenden Gebilde eine vorläufige Vorstellung zu gewinnen, werden wir am besten thun, dieselben mit gewissen Vorkommnissen zu vergleichen, wie sie bei anderen Insekten auf einer früheren Entwicklungsstufe zur Beobachtung kommen.

Schon vor vielen Jahren hat Hermann Meyer[2] ganz ähnliche »Tracheenendzellen« an den sich entwickelnden Tracheen der Schmetterlingsembryonen, Ichneumoniden und Syrphiden beobachtet, und als Erweiterungen der Tracheenmatrix gedeutet. Er sah dieselben an größeren Tracheenstämmen vorzüglich dort, wo sich letztere in feine Ästchen verzweigen sollten. Je nach der Zahl der neu entstehenden Ästchen war auch die Gestalt der sie in ihrem Inneren erzeugenden Endzellen verschieden. »Am interessantesten, sagt er, tritt dies Verhältnis (der jungen Nebenästchen zum Tracheenstamm) an solchen Stellen

[1] Auf solche Differenzirung der oberflächlichen Schicht der Tracheenmatrix macht auch Weismann in seiner Arbeit, »Über die Entwicklung der Dipteren« (Zeitschrift f. w. Zool. Bd. XIII und XIV. Separatabdr. p. 79 u. 117. Taf. VII, Fig. 97 *c*), aufmerksam.

[2] »Über die Entwicklung des Fettkörpers der Tracheen und keimbereitenden Geschlechtstheile bei Lepidopteren.« Zeitschr. f. w. Zool. Bd. I. (1849.)

hervor, wo ein Tracheenstamm plötzlich in viele Äste zerfährt. An solchen Stellen befindet sich als Endzelle des Tracheenstammes eine sternförmige, ausgewachsene Zelle, in deren einzelnen, sehr verlängerten Strahlen sich die Spiralfäden der Äste ablagern.« Auch bildet er dabei (Fig. 6 seiner Tafel) ein schon ganz ausgebildetes Tracheenstämmchen ab, an dessen Ende mehrere »gleichfalls mit Chitinspirale versehene Ästchen entspringen, die an der Basis durch einen hautartig ausgebreiteten und einen Zellkern enthaltenden Theil der Peritonealhaut verbunden sind«.

Diese Angaben unseres Autors, welche mit anderen, weniger richtigen fast gänzlich in Vergessenheit gerathen sind, wurden 15 Jahre später durch Weismann (l. c.) an viel günstigeren Objekten, den Dipterenlarven, in glänzender Weise bestätigt. Er wies nicht nur das Vorhandensein der »Tracheenendzellen« an den in Entwicklung begriffenen Respirationsorganen dieser Thiere nach, er verfolgte auch ihre Entstehung aus den die primitiven Tracheenstämme zusammensetzenden, zuerst selbständigen Epithelzellen, welche unter wiederholter Kerntheilung in oft sehr lange Ausläufer heranwachsen, die ursprünglich kugelige mit einer mehr spindelförmigen Gestalt vertauschen und schließlich in ihrem Inneren (nicht wie die im Umkreis des Hauptstammes stehenden!) ein feines, hyalines Chitinröhrchen ausscheiden, welches letztere sich nachher mit Luft füllt und zur Tracheenkapillare wird.

Man ersieht aus dem Angeführten auf den ersten Blick, wie ähnlich die Verhältnisse der feinsten Tracheenverzweigungen in den Leuchtorganen unserer Lampyris splendidula mit denen der erwähnten Larven erscheinen. Man braucht nun nur den embryonalen Zustand der Tracheenenden, welcher aller Wahrscheinlichkeit nach auch hier ähnlich sein wird, bis in den Imagozustand fortbestehend sich zu denken, um die Tracheenendzellen der Leuchtorgane vor Augen zu haben.

Physiologisches.

Die Frage nach dem Wesen und der Ursache der Lichtproduktion bei den lebenden Wesen der Natur, also einer Erscheinung, welche von je her, besonders durch ihr prachtvolles Auftreten auf dem Meere, die Aufmerksamkeit auf sich gelenkt hat, ist schon von vielen Seiten und mit verschiedenem Erfolge behandelt worden. Ohne eine Geschichte der darauf bezüglichen Forschungen geben zu wollen[1], möchten wir doch

[1] Diese ist ja mit großer Ausführlichkeit von H. Milne-Edwards in seinen: »Leçons sur l'anatomie et la physiologie comparée de l'homme et des animaux.« Tome VIII. 1863. p. 100 und ff., so wie auch in Pflüger's Arbeit, »Über die physiologische Verbrennung in den lebendigen Organis-

die wichtigsten zur Lösung dieses Problems angezogenen Hypothesen mit einander vergleichen, um den Standpunkt, auf welchem sich unsere Kenntnisse in diesem Augenblick befinden, näher präcisiren zu können.

Zuerst ist unsere Erscheinung mit dem an vielen leblosen, organischen wie anorganischen Körpern nach vorhergehender Insolation stattfindenden Leuchten parallelisirt worden. Man war der Ansicht, dass das Licht von den leuchtenden Körpern bei Tage aufgespeichert werde, um dann Nachts auszuströmen. Dass diese Theorie für die Leuchtthiere durchaus unhaltbar sei, wurde schon vor langer Zeit durch Peters (»Über das Leuchten der Lampyris italica« in J. Müller's Archiv für Anat. und Physiol. 1841, p. 231) und Matteucci (»Leçons sur les phénomènes physiques des corps vivants.« 1847) nachgewiesen, indem die erwähnten Forscher das Leuchten selbst an solchen Individuen beobachten konnten, welche neun Tage in totaler Finsternis gelebt hatten. . .

Auch die Annahme der Übereinstimmung des thierischen Leuchtens mit dem elektrischen konnte nicht länger aufrecht gehalten werden. Als Macaire (Annales de Chimie et de Physique. 1821. t. XVII: Bibl. universelle de Genève. 1821, Matteucci op. cit. und Ph. Owsjannikow (Bull. de l'acad. des sciences de St. Pétersb. T. VII. 1863) nachwiesen, dass die Luftentziehung das Leuchten der Thiere unmöglich macht, eine Sauerstoffatmosphäre dasselbe aber außerordentlich begünstigt; als Kölliker auf die in den Leuchtorganen befindlichen Umsatzstoffe hinwies, und außerdem noch Grothus (Annales de Chimie 1870. T. 64) zeigte, dass Thiere, welche in der Sauerstoffatmosphäre, in Folge des eingetretenen Todes zu leuchten aufgehört hatten, oft noch durch Anwendung eines starken Oxydationsmittels wie Salpetersäure), zum Aufleuchten zu bringen seien, konnte natürlich nicht mehr von einer solchen Theorie die Rede sein. Dafür aber ging aus allen diesen physiologischen und den sich hinzugesellenden anatomischen Thatsachen (besonders der reichlichen Entwicklung des Tracheensystems in den Leuchtorganen) zur Genüge hervor, dass das Leuchten mit der Respiration Hand in Hand gehe und somit auf Verbrennungsprocessen beruhen müsse.

Es entstand nun die Frage, in welcher Beziehung dieser physiologisch-chemische Process mit den Phosphorescenzerscheinungen stehe.

Leydig Lehrbuch der Histologie, 1857, p. 343 glaubte die Frage dadurch gelöst zu haben, dass er die in dem Leuchtgewebe der Lampyriden befindlichen eigenthümlichen Körnchen für Phosphor erklärte. Kölliker, der (»Über die Leuchtorgane der Lampyris.« Verhandlungen der Würzburger phys.-med. Gesellsch. Bd. VIII. 1857) diese Auffassung

men.« Pflüger's Archiv für die gesammte Physiol. Bd. X. p. 275 u. ff. geliefert worden.

widerlegte, indem er die besagten Körnchen als harnsäurehaltig nachwies, stellte an deren Stelle eine andere Theorie in den Vordergrund, welche von den Beziehungen zwischen der Phosphorescenz und der specifischen Wirkung des Nervensystems ausging. Es stützte sich diese Theorie auf die Thatsache, dass alle Reize, welche man auf mechanischem oder chemischem Wege oder durch Elektricität auf unsere Thiere oder auch bloß deren Leuchtorgane ausübt, ein Leuchten hervorrufen oder wesentlich verstärken, so wie ferner darauf, dass ein mit dem Galvanometer (Multiplikator) in leitende Verbindung gebrachtes Insekt während des Leuchtens einen merklichen Einfluss auf die Magnetnadel ausübt. Dieser Theorie gemäß wäre das Licht entweder als direktes Umsatzprodukt der in den Nerven obwaltenden Kräfte anzusehen, oder müsste als eine Erscheinung gelten, welche durch die unter dem Einflusse des Nervensystems erfolgende Steigerung der Oxydationsprocesse der lebenden Eiweißsubstanz zu Stande kommt.

In gewissem Grade mit dieser Auffassung übereinstimmend erweist sich die Theorie, durch welche Professor E. Pflüger in seiner wichtigen Arbeit »Über die physiologische Verbrennung in den lebendigen Organismen« (Pflüger's Archiv für die gesammte Physiologie. Bd. X, p. 275 ff.) die Leuchtprocesse im ganzen organischen Reiche nach einem Princip zu erklären versucht hat. Durch zahllose Zeugnisse, die er aus der überaus reichen und sorgfältig zusammengestellten, auf unseren Gegenstand bezüglichen Litteratur vorbringt, so wie gestützt auf eigene, an leuchtenden Thieren verschiedener Klassen ausgeführte Untersuchungen sieht derselbe sich veranlasst, die bei der Oxydation das Licht hervorbringende Substanz als »lebendes und reizbares Eiweiß«, als Protoplasma also zu erklären, und dasselbe als die einzige Quelle alles organischen Leuchtens anzusehen, da bekanntlich an den leblosen organischen Körpern, welche phosphoresciren (auf modern-dem Holz, todtem Fleisch etc.) lebende niedere Organismen, wenn nicht überall sicher nachgewiesen, doch wenigstens mit großer Wahrscheinlichkeit zu vermuthen sind.

Seine Beweisführung beruht hauptsächlich auf folgenden Thatsachen:

Erstens ist das Leuchten, wie jede Lebenserscheinung, an die Anwesenheit der Luft oder eines oxydirenden Stoffes gebunden. Konnte doch Owsjannikow (l. c.) sogar die allmähliche Abnahme der Lichtintensität direkt beobachten, indem er den Thieren resp. deren Leuchtorganen unter der Glocke einer Luftpumpe die Luft entzog!

Zweitens: Die Lichterscheinung verschwindet unter der Einwirkung aller solcher Substanzen und Bedingungen, welche dem Leben

selbst nachtheilig sind. Zu solchen sind nach den übereinstimmenden Untersuchungen von Macaire in Genf (Gilbert's Archiv. Bd. X), von Pfaff, Ehrenberg, Artaud, Tilesius, Beccaria, Monti, Galeati Balbi, so wie auch von Kölliker und Owsjannikow folgende Stoffe zu zählen: Schwefelwasserstoff, anorganische sowohl wie koncentrirte organische Säuren und Alkalien, die Salze schwerer Metalle, so wie ferner alle coagulirenden und Wasser entziehenden Substanzen. Ferner sind die Temperaturgrade, unterhalb 10° und oberhalb 40°, für beide Erscheinungsreihen überhaupt gleich ungünstig, da das Optimum derselben zwischen 20° und 35° im Durchschnitt zu liegen scheint.

Drittens: Das Leuchten der Thiere hängt von den Reizungszuständen derselben, resp. deren Leuchtorgane ab. So wird dasselbe nicht bloß von dem Willen des Thieres beeinflusst, welcher erregend oder hemmend wirken kann, sondern auch durch allerlei mechanische, chemische und elektrische Reize hervorgerufen, was schon seit A. v. Humboldt von vielen Forschern, besonders aber von Kölliker (l. c.) allseitig bewiesen worden ist.

Viertens wird auch der Umstand als ein Beweis für die Richtigkeit der Auffassung angesehen, welche das lebende Protoplasma als specifische Leuchtsubstanz erklärt, dass die betreffende Erscheinung durch allzu oft erfolgende Reizung der Thiere oder deren Leuchtorgane einer Erschöpfung unterliegt, was allerdings in der Regel nur für die lebende und reizbare Substanz charakteristisch ist.

Da die Chemie nun aber im Laufe der Zeit eine ganz bedeutende Anzahl organischer, oft sogar künstlich auf synthetischem Wege darstellbarer Verbindungen[1] als fähig erwiesen hat, unter gewissen Umständen (in alkalischer Reaktion und entsprechender Temperatur) durch langsame Oxydation die Phosphorescenzerscheinungen zu zeigen, so sind wir, in Übereinstimmung mit anderen Forschern, wie Phipson (Comptes

[1] Ich verweise hier auf die oben citirten chemischen Arbeiten von Professor Br. Radziszewski in Lemberg: »Über das Leuchten des Lophius.« (Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft. Bd. X. p. 70. 1877.) »Über die Phosphorescenz der organischen und organisirten Körper.« (Justus Liebig's Annalen der Chemie. 1880); so wie dessen Aufsätze in den Berichten der deutschen chemischen Gesellschaft. Bd. X. p. 321 und 493, wo folgende organische »exakt definirte« Verbindungen unter den erwähnten Bedingungen als leuchtend aufgezählt werden: »Methylaldehyd, sogenanntes Dioxymethylen, Paraldehyd, Metaldehyd, Acrolein, Disacryl, Traubenzucker und weiterhin die durch Einwirkung von Ammoniak auf Aldehyde entstehenden Verbindungen, wie Aldehydammoniak, Acrylammoniak, Hydrobenzamid, Lophin, Hydroanisamid, Anisidin, Furfurin, Hydrocuminamid, Hydrocinnamid« so wie in lebenden Organismen angetroffene Körper, wie Lecithin, Fette, Cholesterin, Spermacet (Cetylalkohol), Wachs (Myricylalkohol), ätherische Öle, Gallensäuren und noch einige andere.

rendus de l'académie des sciences. Tome LI. p. 51. LXXV. p. 547), Panceri (Annales des sciences nat. 5e ser. »Etudes sur la phosphorescence des animaux marins) und Radziszewski (Liebig's Annalen. 1880) nicht mehr gezwungen, die Phosphorescenz an das lebende Protoplasma als solches gebunden zu denken. Vielmehr liegt es heute wohl nahe, auf Grund derselben Thatsachen, welche Professor Pflüger als Stützen seiner Theorie anführt, zu behaupten, dass das Protoplasma der Leuchtorgane nicht die »Leuchtsubstanz« selbst vorstellt, sondern dieselbe durch seine Lebensthätigkeit producirt, dass mit anderen Worten die Zellen der Leuchtorgane diese letztere unter der Kontrolle des Nervensystems, und angeregt durch allerlei Reize nach Art der Drüsen Zellen besitzen. Dass das Parallelisiren der Leuchtorgane mit Drüsen haltbar ist, und sich gut mit den angeführten Thatsachen verträgt, ist schon auf den ersten Blick ersichtlich: es kann ja keine Drüse unter der Einwirkung starker Säuren, Wasser entziehender Substanzen oder coagulirender Wärme ihre ausscheidende Thätigkeit fortsetzen. Eben so ist eine jede derselben für nervöse oder sonstige Reize empfänglich, und andererseits auch nach fortgesetzter, angestrengter Wirkung zu erschöpfen! Aber es giebt noch Thatsachen, die für diese letztere Auffassung allein zu sprechen scheinen.

An erster Stelle das Leuchten der mechanisch aus dem Körper entfernten oder durch Zerquetschen zerstörten Leuchtorgane. — Wiewohl es immerhin möglich wäre, dass die betreffenden Apparate nach dem Herauspräpariren aus dem Leibe ihrer Träger noch einige Zeit unter günstigen Verhältnissen fortleben könnten, so ist es doch höchst unwahrscheinlich, dass dieselben 49 und sogar 78 Stunden, wie es Owsjannikow (Mémoires de l'acad. de St. Pétersb. 1868. p. 8) angiebt, ihr Leuchtvermögen beibehalten würden. Noch weniger aber ist es möglich, noch die nach dem Zerdrücken des Thieres hinterbleibende, fortleuchtende Flüssigkeit für lebendes Protoplasma zu halten! Beide Thatsachen aber stimmen mit unserer Auffassung völlig überein: wenn unter den angeführten Bedingungen von einem eigentlichen Leben nicht die Rede sein kann, so ist es doch selbstverständlich, dass eine in den Zellen des Leuchtgewebes aufgespeicherte, oder durch die erst während der Untersuchung erfolgte Reizung ausgeschiedene Leuchtsubstanz unabhängig davon, ob die Zelle weiter lebt oder nicht, sich oxydiren und somit leuchten wird.

Noch wichtiger aber und überzeugender ist hier die Thatsache, die auch von Owsjannikow (l. c. p. 9) festgestellt wurde und dahin geht, dass die Behandlung herausgenommener Leuchtorgane mit starken Lösungen organischer Gifte, die wie Curare, salpetersaures

Strychnin oder einer Abkochung von Kalabarbohnen, nach dem Übertragen in das Blut des Frosches selbst in sehr kleiner Menge sofort ihre tödliche Wirkung, besonders auf das Nervensystem des Thieres ausüben, nicht die geringste Beeinträchtigung der Lichtentwicklung wahrnehmen lässt. »Die Präparate standen in einem dunklen Zimmer 1½ Stunde lang und leuchteten so hell, als wenn sie mit Wasser oder irgend einer indifferenten Flüssigkeit benetzt wären!« Ist diese Angabe sicher, so wird sie allein schon ausreichen, das Leuchten der organischen Substanz als nur eine sekundäre Erscheinung scharf von den Lebensvorgängen zu trennen, ist es denn doch unzweifelhaft, dass das Leuchten noch lange über den Tod der Zelle[1] hinaus fortdauert!

Was ist nunmehr diese von dem lebenden Plasma gesonderte Leuchtsubstanz? Wie und woraus wird sie in den Leuchtorganen gebildet? Wird sie vor jedem Leuchten, resp. während desselben ausgeschieden, oder ist sie vielleicht in den Leuchtorganen aufgespeichert?

Alles Fragen, deren befriedigende Lösung noch sehr fern zu sein scheint! Die Chemiker haben uns darüber bis jetzt erst wenig gesagt! . . .

Die einzigen in dieser Hinsicht vorliegenden, obwohl auf andere Thierformen sich beziehenden Angaben stammen von Phipson (Comptes rendus. LI. p. 51 und LXXV. p. 547), Panceri (»Études sur la phosphorescence des animaux marins.« Ann. d. sciences naturelles. 5 ser.) und Claus (Grundzüge der Zoologie. 4. Aufl. Bd. II. p. 39) her, deren erster die leuchtende Substanz als eine graue, klebrige, nach Kapronsäure riechende Masse gesammelt hat, ohne ihre Natur näher chemisch definiren zu können; während die letzteren sie (namentlich in den Leuchtorganen von Phyllirrhoe bucephala) als ein »fetthaltiges Sekret« bezeichnen. Panceri erklärt dieselbe bei Trachypterus Iris sogar entschieden für Fett. Neuerdings hat sich auch Leydig (»Die augenähnlichen Organe der Fische.« Bonn 1881) dieser Behauptung angeschlossen.

Über die Licht erzeugende Substanz der Leuchtkäfer fehlen seit den negativen Resultaten Kölliker's, welcher bekanntlich den von Leydig in denselben gefundenen Körnchenmassen die Fähigkeit zu leuchten entschieden absprach und sie für Stoffumsatzprodukte erklärte, nähere Angaben so gut wie gänzlich. Die Behauptung, dass es sich auch hier um Fett handle, welches bei langsamer Oxydation unter der Kontrolle des Nervensystems eine Lichtentwicklung vermittle, scheint desshalb auch ohne Weiteres ziemlich gewagt zu sein. Wir haben freilich die Beob-

[1] Es war mir unmöglich, diesen interessanten und höchst wichtigen Versuch zu wiederholen, weil ich die Arbeit Owsjannikow's erst nach dem Tode meiner Lampyrisexemplare zur Ansicht bekam.

achtung gemacht, dass das Erwärmen der Thiere in kochendem, starken (96%igen) Alkohol die oben beschriebenen Zellen der eigentlich leuchtenden Schicht ihres körnigen Inhaltes mehr oder weniger vollständig zu berauben vermag, was mit den Körnchen der sog. »Uratschicht« nicht der Fall ist, sich aber mit der Annahme einer fettartigen Natur ziemlich gut vertragen würde, aber andererseits steht dieser Behauptung der Umstand entgegen, dass die Körnchenmassen der dorsalen Schicht, welche seit Kölliker als Endprodukte der Leuchtprocesse aufgefasst werden, durchweg aus harnsauren Salzen bestehen, aus Verbindungen also, welche nur aus stickstoffhaltigen Substanzen abgeleitet werden können.

Ähnliche Schwierigkeiten bietet die Frage, in welchen Formbestandtheilen der Leuchtorgane die uns interessirenden Funktionen stattfinden und welche Bedeutung demnach diesen Bestandtheilen zuzuschreiben ist.

Es fällt dabei zunächst natürlich der Umstand ins Gewicht, dass die Bauchplatten der erwachsenen Geschlechtsindividuen in zwei distinkte, durch ihre Einschlüsse von einander abweichende Schichten zerfallen. Unsere morphologischen Betrachtungen haben freilich dargethan, dass diese beiden Schichten sowohl in Bezug auf die Form und die Größe der sie zusammensetzenden Zellen, als auch durch ihr Verhalten zum Tracheen- und Nervensystem, völlig mit einander übereinstimmen: trotzdem aber scheinen sie sich physiologisch, in ihren extremen Theilen wenigstens, von einander sehr wesentlich zu unterscheiden. Die dorsale Schicht enthält in ihren Zellen gewaltige Ablagerungen krystallinischer, Harnsäure enthaltender Konkremente; die ventrale aber entbehrt jedes doppeltbrechenden Inhaltes; die erstere ist undurchsichtig, die letztere aber durchsichtig. Von besonderer Wichtigkeit wird bei der Abschätzung der hier vorliegenden Unterschiede natürlich eine entschiedene Beantwortung der Frage sein, ob die Lichtproduktion nur auf eine von beiden Schichten beschränkt sei, oder ihnen beiden, wenn auch vielleicht nicht in gleichem Maße, zukomme. Doch die Antwort auf diese Frage liegt dermalen noch nicht vor. Kölliker, welcher die uns hier interessirende Unterscheidung zuerst gemacht hat (Verhandlungen der Würzb. phys.-med. Gesellsch. Bd. VIII. 1857) sprach, wie bekannt, seinen »weißen Zellen« ein Leuchtvermögen gänzlich ab und Owsjannikow (Mém. de l'acad. de St. Pétersb. sér. VII, Bd. XI, p. 5) stimmt dieser Angabe bei. M. Schultze hingegen scheint hierüber zu keinem sicheren Resultate gekommen zu sein: an einer Stelle seiner Arbeit (Archiv für mikr. Anat. Bd. I, p. 126: ». . . . die ventrale Schicht leuchtet stärker als die dorsale«) behauptet er, die dorsale Schicht könne gleichfalls

ein schwaches Leuchten hervorbringen, an anderen (l. c. p. 128 u. 130) aber widerspricht er dem.

Aus den Beobachtungen, welche ich an den mir zugänglichen Exemplaren gemacht habe, scheint wiederum die erste Ansicht M. Schultze's einige Stütze zu gewinnen. Ich öffnete die Thiere von oben, entfernte die auf den Leuchtplatten gelegenen Eingeweide, und fand die dorsale Fläche meistens schwach leuchtend.

Da diese Angabe aber vielleicht etwas suspekt erscheint, indem ja eine künstliche Übertragung der leuchtenden Substanz von der ventralen auf die dorsale Fläche bei der Präparation gar leicht geschehen kann, mag hier noch ein älteres Zeugnis angeführt werden. Es ist das Zeugnis Newport's (»Natural history of Glowworm.« Proceedings of the Linnean Society 1857. p. 49), welcher in seinen interessanten Studien über die Lebenserscheinungen der Lampyris noctiluca gleichfalls ein Leuchten der nämlichen Organe von der dorsalen Fläche aus beobachtet und sogar ein gewisses Gewicht auf diese Thatsache legt, da sie ihm erklärt, warum die nach dem Öffnen des Leibes der Weibchen hervortretenden Eier und Eingeweide gleichfalls ein schwaches Leuchten zeigen.

Sollte es sich durch weitere Beobachtungen bestätigen, dass auch der dorsalen Schicht ein Leuchtvermögen zukommt, sollte dann ferner auch die von Kölliker zugegebene, von mir noch entschiedener betonte Möglichkeit einer Zurückführung der beiden Schichten auf einander an Wahrscheinlichkeit noch gewinnen, dann ist die Bedeutung der sog. »Uratschicht« leicht klar zu machen. Man würde dieselbe dann als denjenigen Theil des Leuchtorganes anzusehen haben, in welchem die Leuchtsubstanz durch intensive Funktionirung mehr oder minder vollständig erschöpft und durch die immer mehr sich anhäufenden Umsatzprodukte (Ermüdungsstoffe) ersetzt wäre. Dass die knollenförmigen Leuchtorgane der Larven, so wie die der Weibchen von Lampyris splendidula dieser Schicht entbehren, würde sich dann auch leicht durch die Annahme erklären lassen, dass dieselben, vermöge ihrer verhältnismäßig viel bedeutenderen Fläche (sie sind bekanntlich sehr klein) ihre Umsatzprodukte leicht nach außen, d. h. gegen andere Organe der Leibeshöhle, hin befördern könnten.

Nicht weniger interessant scheint die Frage zu sein, ob die Leuchtsubstanz, resp. die Leuchtsubstanzen[1] unmittelbar vor dem Verbrauch

[1] Nach den Ergebnissen, welche die chemischen Untersuchungen über die Bedingungen des Leuchtens organischer Substanz erzielt haben, müsste eigentlich immer von zweierlei Verbindungen die Rede sein: die eine, die eigentliche Leuchtsubstanz, welche einer langsamen Oxydation fähig wäre, die andere, welche die für das Leuchten unentbehrliche alkalische Reaktion der Lösung bewirken würde.

erzeugt werden, oder schon vorher als solche in den Parenchymzellen aufgespeichert sind, zumal die Lösung derselben über die physiologische Stellung der Leuchtorgane den anderen Apparaten des thierischen Körpers gegenüber entscheidend sein würde. Nach den bisher vorliegenden Thatsachen scheint die Annahme einer vorherigen Aufspeicherung der betreffenden Verbindungen unhaltbar zu sein: denn wäre eine solche vorhanden, so würde es gar nicht erklärbar sein, wie es den Thieren möglich ist, durch den Einfluss des Nervensystems das Leuchten zu unterdrücken. Da die anatomischen Thatsachen entschieden auf den Umstand hinweisen, dass diese Erscheinung nicht durch eine Hemmung der Luftzufuhr in die Leuchtorgane zu Stande kommt, — specifische Muskeleinrichtungen fehlen an den Tracheen der Leuchtorgane, und der gewöhnliche Stigmenverschluss kann doch unmöglich in so kurzer Zeit das erwähnte Resultat erzielen —, so würde man, falls dem so wäre, nothwendig annehmen müssen, dass das Nervensystem auf die rein chemischen Processe (Oxydation), oder die physikalischen (Bewegung der Gase im Leuchtgewebe), einen direkten Einfluss ausübe, was doch kaum zulässig erscheint. — Im Gegensatz hierzu liegt es zwar ziemlich nahe, das so lange Zeit nach dem Herauspräpariren der Leuchtorgane noch fortdauernde Leuchten zu betonen, das doch schwerlich von einer neuen Produktion der Leuchtstoffe abhängt; der Umstand aber, dass die Leuchtorgane durch die bei dieser Operation erfolgende Reizung zu einer energischen Thätigkeit veranlasst werden, in Folge deren die gebildeten Produkte für eine längere Zeit ausreichen, würde vielleicht im Stande sein, diesem Umstand die Beweiskraft zu entziehen.

Wir sind demnach berechtigt, mit Owsjannikow l. c.) unsere Leuchtorgane physiologisch für Drüsen zu halten, für Drüsen freilich, welche sich von den gewöhnlichen Sekretionsorganen dadurch unterscheiden, dass die in ihnen erzeugte Substanz nicht nach außen befördert, sondern in den Zellen selbst wieder verbraucht wird.

Wir haben bei unseren bisherigen Betrachtungen die Frage über die physiologische Bedeutung der Tracheenendzellen außer Acht gelassen. Die Entdeckung dieser Zellen und ihrer Osmiumsäurereaktion scheint bei den Forschern ein großes Aufsehen gemacht zu haben. Man glaubte in denselben die specifischen Leuchtorgane, oder Leuchtherde gefunden zu haben, besonders da aus den Untersuchungen M. Schultze's hervorging, dass ihnen eine große Affinität zum Sauerstoff und ein bedeutendes Reduktionsvermögen zukommt, und dass »beim rhythmischen An- und Abschwellen des Lichtes, welches diese Thiere meist deutlich zeigen, das erste Auftreten des Lichtes in einem Auffunkeln kleiner im Leuchtorgan zerstreuter Punkte besteht, deren Zahl

und Anordnung etwa der der Tracheenendzellen, wie wir sie in Osmiumpräparaten kennen gelernt haben, entspricht«. (Archiv für mikr. Anat. Bd. I. p. 134.)

Wiewohl, meiner Überzeugung nach, aus den hier angezogenen Worten M. Schultze's (l. c. p. 135) nicht zu entnehmen ist, dass der berühmte Anatom diesen Zellen ausschließlich die Leuchtfunktion beilegte, da er weiter auch der Parenchymzellen gedacht hat und ihre Theilnahme an der Lichtproduktion für wahrscheinlich hielt, so wurde der Ausspruch doch ausschließlich in diesem Sinne aufgefasst und in die physiologischen Betrachtungen hineingezogen.

So verwerthet ihn Professor Pflüger (»Über die physiologische Verbrennung in den lebendigen Organismen.« Archiv für die gesammte Physiol. Bd. X, p. 295) für seine Theorie der Phosphorescenz lebender Körper folgendermaßen: »Für die Leuchtkäfer hat Max Schultze in einer höchst wichtigen Untersuchung bestimmt festgestellt, dass die leuchtende Materie eine Zelle sei, die am Ende des Luftrohres, d. h. der sogenannten Trachee sitzt, dass die Luft mit ihr in unmittelbare Berührung kommt«, für eine Behauptung, die außer Zweifel lässt, dass er einen von M. Schultze als Vermuthung ausgesprochenen Satz für thatsächlich bewiesen hält.

Eimer wiederum will (»Bemerkungen über die Leuchtorgane der Lampyris splendidula.« Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. VIII, p. 653) auf Grund einer oberflächlichen Ähnlichkeit mit den »kleinen Ganglienzellen der grauen Rinde des Hirnes von Säugethieren oder vom Menschen«, auf welche Max Schultze (l. c. p. 131) hingewiesen hat, eine nähere Analogie zwischen den Tracheenendzellen und den von Panceri entdeckten, ebenfalls leuchtenden »Ganglienzellen«[1] der Phyllirrhoe bucephala folgern, und aus unseren Gebilden nervöse Organe machen, obwohl er selbst gesteht, nicht einmal einen Zusammenhang zwischen ihnen und den im Leuchtparenchym sich ausbreitenden Nervenplexus nachweisen zu können.

Dass den Tracheenendzellen der ventralen Leuchtplatten von Lampyris splendidula durchaus nicht die Hauptrolle zuzuschreiben ist, erhellt übrigens auf den ersten Blick aus der kleinen Reihe von Thatsachen, auf welche wir die Aufmerksamkeit der Leser hinzulenken uns gestatten:

1) Die Tracheenendzellen befinden sich nicht nur in den ventralen Leuchtplatten, sondern auch auf der Oberfläche anderer, in

[1] Neuerdings wird die nervöse Natur übrigens auch den Leuchtorganen von Phyllirrhoe bucephala abgesprochen. So von Claus (Grundzüge der Zoologie. 4. Aufl. 1881. Bd. II. p. 39), der dieselben für Drüsenzellen erklärt.

der Leibeshöhle der Geschlechtsthiere gelegener Organe (wie Fettkörper, Geschlechtsorgane etc.) und zwar an Stellen, welche nicht leuchten, und, besonders bei den Männchen, durch undurchsichtige Gewebe oder dunkel pigmentirte Haut bedeckt sind.

2) Die Tracheenendzellen können in den Leuchtorganen gänzlich fehlen. Dieser Fall ist in den seitlichen Leuchtknollen der Weibchen von Lampyris splendidula, so wie bei den Weibchen und erwachsenen Larven der nahe verwandten Lampyris noctiluca konstatirt worden.

3) Wie aus unseren Untersuchungen hervorgeht, lässt sich an den Tracheenendzellen nirgends die Andeutung einer Verbindung mit Nerven aufweisen, was bei der Berücksichtigung des tiefgreifenden Einflusses, welchen das Nervensystem auf das Leuchten ausübt, mit Nothwendigkeit vorausgesetzt werden müsste.

4) Das Aussehen und die Beschaffenheit des Protoplasmas der Tracheenendzellen ist derartig, dass man demselben jede Fähigkeit, flüssige Stoffe abzuscheiden, absprechen muss. Alle Zellen nämlich, denen solche Funktionen zukommen, zeichnen sich durch runde Umrisse, bedeutendes Volumen und einen üppigen, mehr oder weniger trüben Inhalt aus. Im Gegensatz hierzu lassen sich die Tracheenendzellen viel eher, was ihre Massenentwicklung anbetrifft, mit Endothelzellen vergleichen; und das um so eher, als die Granulationen, welche dieselben in frischem Zustande aufweisen, lediglich von außen anhaftende Partikelchen der »Parenchymzellen« zu sein scheinen, da sie durch die Härtung des Organes zum Schwund gebracht werden (s. oben).

Es würde nur ein Umstand zu Gunsten der von uns angefochtenen Auffassung vorgebracht werden können, nämlich die von Max Schultze entdeckte und von ihm, wie auch Anderen, stark betonte Schwärzung der Tracheenendzellen durch Osmiumsäure, das bedeutende Reduktionsvermögen also, welches denselben zukommt und auf ein größeres Sauerstoffbedürfnis hinweist.

Diese starke Affinität zum Sauerstoff bewirkt aber durchaus noch nicht eine direkte Beziehung der Tracheenendzellen zu den Leuchtprocessen.

Die thierische Physiologie bietet uns mehrere Beispiele eines solchen Verhaltens, ohne dass dadurch der Schluss auf eine etwaige intensivere Funktion gerechtfertigt erscheint. Hierher gehört zunächst das Verhalten der rothen Blutkörperchen bei den Wirbelthieren.

Es ist allgemein bekannt, dass diese Gebilde als Träger des Sauerstoffs zwischen den Respirationsorganen und den Geweben des Körpers ein starkes Absorptionsvermögen gegen dieses Gas zeigen und sogar auf

einige sauerstoffhaltige Substanzen reducirend zu wirken vermögen. Wer würde desshalb aber diese Zellen als den Sitz der Oxydationserscheinungen im Organismus überhaupt ansehen wollen? Wer würde heute noch glauben, dass die aus dem Körper ausgeschiedene Kohlensäure, dass die bei den Oxydationsprocessen entwickelte thierische Wärme in ihnen allein entstünde, und nicht vielmehr hauptsächlich in den des Sauerstoffs und der freien Kraft bedürfenden, durch die Ermüdungsstoffe zur weiteren Funktion untauglich gewordenen Organen ihre Bildungsstätte hätte? Freilich muss den betreffenden Gebilden in beiden Fällen ein ziemlich reges Oxydationsvermögen, oder sagen wir genauer: eine große Menge leicht oxydirbarer Substanzen zukommen, da sonst eben sowohl das Rothwerden des venösen Blutes in den Respirationsorganen wie die Reduktion der Osmiumsäure unmöglich wären. Aber was würde uns zu der Behauptung berechtigen, dass die in Rede stehende Oxydation intensiv genug sei, um etwa die Kohlensäure- oder Wärmemenge zu erzeugen, oder Lichterscheinungen hervorzurufen? Liegt es hier nicht viel näher, dieselbe als eine schwache und vergängliche Verbindung des Sauerstoffs mit dem Hämoglobin, resp. einer in den Tracheenendzellen befindlichen Substanz anzusehen, etwa mit jener vergleichbar, welche das Wasser mit dem Aethylalkohol oder vielen krystallinischen Salzen eingeht? Die Reduktion der Osmiumsäure, einer der unbeständigsten Metallverbindungen in den Tracheenendzellen, oder gar die Regeneration des Oxyhämoglobin der rothen Blutkörperchen, welches schon durch die Athmungsprocesse der Hefezellen (Schützenberger, »Les fermentations«) reducirt wird, können uns doch unmöglich eine derartige Überzeugung aufdrängen!

Um wenigstens annäherungsweise ein Bild von der physiologisch-chemischen Bedeutung der Tracheenendzellen so wie der von ihnen ausgehenden trachealen Peritonealhaut zu gewinnen, können wir nach dem Gesagten uns vorstellen, dass diese Gebilde, den rothen Blutkörperchen der Wirbelthiere analog, den Sauerstoff aus der in den Tracheenendästchen enthaltenen Luft absorbiren, aufspeichern, und dann an die zunächst gelegenen Parenchymzellen abgeben. Dass diese Auffassung mit der von M. Schultze betonten Thatsache des Aufleuchtens einzelner der Tracheenendzellen entsprechender Punkte beim Beginn des Phosphorescirens nicht im Widerspruch steht, ist leicht einzusehen: die durch das Nervensystem erregten Parenchymzellen, resp. deren Sekrete beginnen von diesen Stellen aus zu leuchten, weil sie hier zunächst eine größere Menge von Sauerstoff erhalten.

Das Verhalten der Tracheenendzellen scheint auch auf die physiologische Bedeutung der Peritonealhaut an den Tracheen überhaupt, mit

der sie in so nahem Verhältnis stehen, ein Licht werfen zu können. Kann man doch leicht sich vorstellen, dass auch diese Peritonealschicht, wenngleich vielleicht in geringerem Maße, mit einem Absorptionsvermögen gegen den Sauerstoff der in der Chitinröhre befindlichen Luft ausgestattet ist, und dieses Gas den mit ihr im Zusammenhang stehenden Organen und Flüssigkeiten abgiebt, demnach nicht ausschließlich ein Überbleibsel der Bildungsschicht der Chitinröhre darstellt, während der Respiration sich passiv verhaltend. Dass die in manchen Fällen durch Osmiumsäureeinwirkung erfolgende schwache Schwärzung dieser Vermuthung im hohen Grade günstig ist, braucht kaum hervorgehoben zu werden.

In welchem Zustande sich der absorbirte Sauerstoff in den Tracheenendzellen befindet, ob er hier, wie es für die rothen Blutkörperchen für wahrscheinlich gehalten wird (Gorup-Besanez, Lehrbuch der physiologischen Chemie, p. 59), in Ozon, resp. aktiven Sauerstoff (Schönbein, Löw, Fudakowski, Radziszewski) übergeführt wird, ist eine Frage, die für jetzt leider dahingestellt bleiben muss. Die wichtige Rolle, welche dieses Gas bei der Phosphorescenz vieler Substanzen spielt (Radziszewski, l. c. p. 7), dürfte immerhin, wenn sie auch eine derartige Vermuthung nicht geradezu plausibel macht, die Aufmerksamkeit der Forscher auf diesen Gegenstand hinlenken, zumal in dieser Beziehung schon einige schwache Andeutungen vorliegen. So hat vor einigen Jahren (1879) Jousset de Bellesme allen Ergebnissen der bisherigen chemischen Untersuchungen zum Trotze, die in den Leuchtorganen oxydirende Leuchtsubstanz für Wasserstoffphosphid erklärt, einfach aus dem Grunde, weil er an den von ihm untersuchten Lampyriden einen Knoblauchgeruch verspürte (Journal de l'anat. et physiol. par Robin et Pouchet. Bd. XVI. p. 121 und Entom. monthly Magaz. Bd. XVI. p. 244). Da nun der Geruch des oxydirenden Phosphors und seiner Wasserstoffverbindungen gerade von dem dabei erzeugten Ozon bedingt wird, so könnte man vielleicht diese Angabe, wenn sie überhaupt stichhaltig ist, als einen Beweis für das Vorhandensein dieses Gases verwerthen können.

Mir ist es, vielleicht aus subjektiven Ursachen, nicht gelungen, diesen Geruch zu erkennen. Eine andere Beobachtung aber, welche ich hier, freilich mit einer gewissen Vorsicht, zur Stütze einer derartigen Auffassung anführe, ist die, dass ich in einer Jodkaliumlösung, in welcher ich ein Weibchen von Lampyris splendidula zerzupfte und dann einige Stunden lang liegen ließ, mittels Stärke eine Zersetzung nachzuweisen in der Lage war.

Zum Schlusse dürften vielleicht noch einige Worte über das Leuchten der Eier am Platze sein.

Bei einem Vergleich der hierbei vorliegenden Angaben fällt zunächst ins Auge, wie wenig dieselben, sogar in Betreff der Thatsächlichkeit der Erscheinung, selbst unter sich übereinstimmen. So haben die von Newport citirten Autoren: Murray und Rogerson (Philos.-Magaz. Vol. LVIII), so wie auch Tiedemann diese Erscheinung durchweg in Abrede gestellt.

Anders Newport (»On the natural History of Glowworm.« Proceed. of Linnean Society 1857, p. 49 ff.), der nicht nur die gelegten Eier der Beobachtung unterzog, sondern dieselben auch im Körper des Weibchens selbst untersuchte. Was nun die ersteren anbetrifft, so konnte er ein schwaches Leuchten an ihnen in der That konstatiren: er bemerkte sogar, dass die Eier schon leuchtend aus dem Körper des Weibchens von Lampyris noctiluca heraustreten können, was in so fern von Wichtigkeit ist, als es beweist, dass die Erscheinung durch keinerlei Verwesungsprocesse bedingt ist. Um weiter zu prüfen, ob die Eier auch schon im Ovar (oder im Eierkelch, in welchem dieselben vor der Befruchtung in größerer Menge sich ansammeln) leuchteten, wurde das Mutterthier von der Rückenseite her vorsichtig geöffnet. Das Ergebnis war ein negatives. Die zum Vorschein kommenden Eingeweide und Eier ließen allerdings ein schwaches Licht wahrnehmen; aber es war dasselbe nicht ihr eigenes Produkt, sondern stammte aus den ventralwärts gelegenen Leuchtplatten des Thieres. Die herausgenommenen Eier leuchteten nicht. Ich führe seine eigenen Worte an: »It was thus evident to me, that the ova which are within the ovarium certainly do not emit light before deposition, but merely transmit-that of the segments beneath them; but when the ova are deposite, I am inclined to admit that a very slight luminosity is sometimes appearent, though it is due rather to the fluid covering of the egg, then to the egg itself« (l. c. p. 50).

Dieser letzteren Angabe tritt wieder Owsjannikow (l. c. p. 7) entgegen, indem er berichtet, dass die von ihm aus dem Körper des Weibchens herausgenommenen Eier, wie die gelegten, leuchtend waren.

Ich habe auch den von beiden Forschern ausgeführten Versuch an den Weibchen von Lampyris splendidula wiederholt. Nach dem Öffnen des Thieres von oben erblickte ich in der That ein deutliches Leuchten der Eier: es war aber offenbar, dass auch hier das Licht in den darunter gelegenen Bauchplatten und den lateralen Leuchtknollen entstand. Nach dem Herausnehmen einzelner Eier aus dem Eierkelche war ich ebenfalls in der Lage, an vielen derselben ein schwaches Licht

wahrzunehmen, vergleichbar jenem, welches man an den Fingern bemerkt, wenn man ein Leuchtorgan zerdrückt.

Der Umstand, dass nicht alle Eier im Inneren des Thieres als leuchtend gefunden wurden, scheint für die Selbständigkeit der Lichtentwicklung bei den Eiern, d. h. für das Vorhandensein etwaiger Leuchtstoffe im Inneren des Eies ungünstig zu sein. Denn wäre solches in der That der Fall, dann könnten doch wohl kaum Ausnahmen von der Regel vorkommen. Es ist demnach heute wahrscheinlicher, dass das Leuchten dadurch zu Stande kommt, dass bei der erwähnten Präparation, welche selbstverständlich bei Lampenlicht ausgeführt wurde, die äußerst weichen und zarten Leuchtorgane zerrissen oder zerdrückt worden sind, und die aus denselben hervorquellende, neben Blut und Zellenresten auch die Leuchtsubstanz enthaltende Flüssigkeit bis an die Eier kommt, deren Oberfläche zu benetzen. Ein Gleiches geschieht auch mit anderen Organen des Körpers, welche bei dieser Operation sich sehr leicht als leuchtend erweisen, ohne dass ihnen das Leuchtvermögen an sich zukommt. Wer nur je mit dem Aufschneiden oder Abheben des Rückenpanzers eines Insektes zu thun gehabt hat, wird die Schwierigkeiten, welche sich in dieser Behandlung der Lampyrisweibchen entgegenstellen, würdigen können, und zugeben, dass die drüsigen Organe dabei unmöglich ganz unversehrt bleiben können. Ich meinerseits bin desshalb geneigt, den Umstand, dass bei Owsjannikow die Eier im Inneren des Mutterleibes sämmtlich leuchteten, diesen Schwierigkeiten zuzuschreiben. Immerhin aber ist offenbar, dass diese zarte Frage noch vieler und genauer Untersuchungen bedarf, um definitiv beantwortet zu werden.

Der hier ausgesprochenen Meinung, der zufolge die Eier nur zufällig mit der Leuchtsubstanz in Berührung kommen, könnte vielleicht die schon von Newport (l. c.) beobachtete Erscheinung entgegengestellt werden, dass die Eier auch nach der in normaler Weise erfolgenden Ablage sich als leuchtend erweisen. Ich bin indessen nicht geneigt, diesen Umstand zu überschätzen. Bei einer so prallen Ausfüllung des Eierkelches mit Eiern, wie sie an reifen Weibchen oft anzutreffen ist, bei der festen Verklebung derselben durch eine zähe, eiweißartige Masse[1], darf man ja leicht und mit einiger Wahrscheinlichkeit vermuthen, dass die Eiablage durch die dabei stattfindende Fortbewegung einer enormen Masse, die den größten Theil der Leibeshöhle einnimmt, und an Volumen alle übrigen Organe zusammengenommen übertrifft, Zerreißungen und

[1] Bei der Härtung unserer Objekte konsolidirt sich dieselbe und bildet im Inneren des Eierkelches ein starkes Fachwerk, so dass das ganze Organ aus einzelnen, ziemlich dickwandigen Kammern zusammengesetzt erscheint.

Quetschungen hervorruft, Eingriffe, die eine Übertragung der Leuchtsubstanz auf einzelne Eier ganz gut ermöglichen würden. Eine derartige Annahme wird auch durch den Umstand verstärkt, dass einerseits die Weibchen in der Regel kurz nach der Eiablage, vielleicht in Folge der stattgefundenen Verletzungen zu leben aufhören, andererseits nicht alle Eier es sind, welche leuchten. In Betreff dieser letzteren Thatsache sind übrigens noch ein paar Umstände zu berücksichtigen, welche leicht zu Täuschungen Veranlassung geben. Einmal nämlich kann das Leuchten der gelegten Eier nicht nur durch eine aus dem mütterlichen Körper stammende Leuchtsubstanz bedingt sein. An feuchten Stellen, an denen dieselben abgelegt werden, kann das Leuchten leicht von Verwesungsprocessen herrühren. Und einen solchen Fall glaube ich in der That auch einmal vor mir gehabt zu haben.

Andererseits kann es auch möglich sein, was schon Newport mit Rücksicht darauf hervorhebt, dass auch die kaum aus dem Ei herausgeschlüpften Larven leuchten, dass das Leuchten der Eier von dem im Inneren enthaltenen Embryo herstamme. Ein derartiges Verhalten wird freilich nur bei Eiern zu beobachten sein, welche wenigstens 6 Wochen nach dem Beginn der Flugzeit aufgefunden werden, da das Ausschlüpfen der jungen Larven meist in den ersten Tagen des August stattzufinden pflegt.

Einige allgemeine Bemerkungen und Zusammenfassung.

Wenn meine Untersuchungen vielleicht Einiges zur genaueren Einsicht in die morphologischen Verhältnisse unserer Lampyrisarten beigebracht haben, so kann ich doch nicht umhin, zu gestehen, dass dieselben nicht nur Vieles unberührt gelassen haben, sondern auch die Bedeutung des Bekannten nicht überall in genügender Weise aufzuklären vermochten. Mehr aber als das Vorliegende zu leisten, gleichzeitig mit den anatomischen Untersuchungen auch entscheidende physiologische Experimente vorzunehmen, war ich im Laufe dieser Arbeit, bei der mir nur im Anfang lebendes Material zu Gebote stand, nicht im Stande. Ich begnüge mich einstweilen damit, die Aufmerksamkeit der Forscher auf manches Eigenthümliche und Bemerkenswerthe hingelenkt und dabei dargethan zu haben, wie wichtige Fragen noch der künftigen Untersuchung vorbehalten bleiben.

Anhangsweise möchte ich noch eine Bemerkung hinzufügen, welche vielleicht zur Charakteristik unserer Lampyrisarten nicht ohne Interesse ist. Sie betrifft das häufige Vorkommen von Organen, die ihrer Beschaffenheit nach auf frühere, sonst fast nur bei den Larven oder gar Embryonen anderer Insekten angetroffene Zustände hinweisen. So

erweisen sich die »Tracheenendzellen« der Leuchtplatten unserer Lampyris splendidula als Organe, die bloß in den bis jetzt untersuchten Embryonen der Schmetterlinge, Ichneumoniden, Syrphiden (Herm. Meyer) und Fliegen (Weismann), so wie bei den Tipulidenlarven[1] zu finden sind. Auch die großen Zellen[2], welche fast frei in der Leibeshöhle vorkommen, anstatt zu einem zusammenhängenden Gewebe verbunden zu sein, sind wohl kaum anders zu deuten, als in ihrer Weiterentwicklung gehemmte Embryonalzellen, wie sie in den Anlagen der Leibeshöhle bei den Insektenembryonen von allen Forschern, seit Herm. Meyer, angetroffen wurden.

Außerdem aber finden wir auch in der Muskulatur unserer Thiere Zustände, die einen kaum verkennbaren embryonalen Charakter tragen. In dem Körper der Weibchen von Lampyris splendidula kommen an mehreren Stellen (Fig. 45) feine, quergestreifte Muskelfasern vor, an denen gewöhnlich gegen die Mitte hin je eine oder zwei große, helle, halbmondförmige Anschwellungen zu bemerken sind, deren kleinere Achse ungefähr dem Durchmesser des Fadens gleicht, während die größere (der Hauptachse der Faser parallele) denselben ums doppelte übertreffen kann. Diese letzterwähnten Gebilde, welche wohl nur an frischen oder frisch gefärbten (nicht gehärteten) Objekten zu beobachten sind, weisen einen körnigen Inhalt und je einen großen Zellkern auf und sind für nichts Anderes als Reste der embryonalen Bildungszellen zu halten, aus denen die quergestreifte Muskelfaser sich differenzirt haben mag.

Wenn wir zu allen diesen Thatsachen noch weiter hinzufügen, dass die weichen und flügellosen Weibchen ihrer äußeren Ausbildung nach nur unbedeutend höher als ihre Larven stehen, dann wird uns die unvollkommene Ausbildung unserer Thiere im geschlechtsreifen Zustand noch augenscheinlicher werden.

Welche Vortheile im Kampfe ums Dasein unseren Thieren durch das ihnen in so exquisitem Maße zukommende Leuchtvermögen gewährt werden, ist eine Frage, welche, obwohl sie sich einem Jeden von selbst aufdrängt, doch endgültig noch lange nicht beantwortet ist. Dass diese Eigenschaft bei den fortpflanzungsfähigen Thieren ein sehr passendes sekundäres Geschlechtsmerkmal abgiebt, ist nicht zu bezweifeln, zumal es sich durch die Beobachtungen Newport's (Proceed. of Linn. Soc. 1857) herausgestellt hat, dass dieselben in der Begattungszeit am hellsten

[1] Unmittelbar unter der Haut der Corethralarve kann man vielfach solche Erweiterungen der Peritonealhaut der Tracheen wahrnehmen.

[2] Von dem Vorkommen dieser Gebilde auch bei anderen Insektenarten habe ich mich erst nachträglich überzeugt (siehe auch Graber, l. c.).

leuchten, und auch das Verhalten der unbefruchteten, isolirt in Gefangenschaft gehaltenen Weibchen diese Behauptung sehr auffallend unterstützt. Nach dem Einfangen zeigen sich diese nämlich (l. c. p. 48) einige Tage lang sehr aufgeregt; sie kriechen ungeduldig in ihrem Gefängnis umher, ersteigen die etwa in demselben vorhandenen Grashalme und produciren ein möglichst intensives Licht (wobei sie das Ende ihres Abdomens mit den Leuchtplatten in die Höhe heben), wahrscheinlich in der Absicht, die Männchen herbeizulocken.

Wenn uns aber auch die Larven vom Ausschlüpfen aus, oder gar noch vor demselben leuchtend entgegentreten, so können wir uns wohl (wie es schon Owsjannikow, Bull. de l'acad. de St. Pétersbourg. T. VIII. p. 61. 1863 bemerkt hat) nicht mehr mit dieser Erklärung begnügen.

Da die Eigenschaft des Leuchtens, falls sie keinen hervorragenden Nutzen brächte, die Thiere ihren Feinden gegenüber im hohen Grade exponiren müsste, so ist es auch unmöglich, dieselbe bei den Larven als eine bloß durch Vererbung von den Geschlechtsthieren sich erhaltende, »rudimentäre« Erscheinung zu betrachten: sie muss ohne Zweifel für die Larven selbst von Nutzen sein!

Und dieser Nutzen könnte vielleicht dem parallelisirt werden, welchen einige übelschmeckende oder für die insektenfressenden Thiere giftige tropische Schmetterlingsarten aus ihrer auffallenden, grellen Färbung ziehen. Aus den schönen Beobachtungen Newport's, über die Ernährungsweise der Larven von Lampyris noctiluca, stellte sich nämlich heraus, dass der Biss dieser Thiere für die ihnen als Nahrung dienenden Schnecken giftig ist, da diese letzteren durch denselben gelähmt werden, was nur dann nicht der Fall zu sein scheint, wenn die Larven ihre Giftvorräthe vorher erschöpft hatten. Wäre solches auch, wenn gleich vielleicht nicht in demselben Maße, in Bezug auf die in der Nacht ihre Nahrung suchenden insektenfressenden Thiere der Fall, so würde das Leuchten der Lampyriden überhaupt als Abschreckungsmittel gegen ihre Feinde anzusehen sein.

Fassen wir die wichtigsten Resultate unserer Studien zusammen, so ergiebt sich etwa Folgendes:

1) Die von M. Schultze entdeckten, durch Osmiumsäureeinwirkung sich schwärzenden »Tracheenendzellen« sind nicht, wie der Name es vermuthen ließe, wahre Endigungen der Athemröhrchen. Diese letzteren verzweigen sich nämlich in ihrem Inneren pinselförmig in noch viel feinere, der Chitinspirale entbehrende Röhrchen (Kapillaren), welche sehr lang sind und, von ihrer Peritonealhaut bekleidet, sich reichlich im Leuchtgewebe verbreiten.

2) Die »Tracheenkapillaren« endigen verhältnismäßig selten blind in den Leuchtorganen: sie anastomosiren vielmehr mit einander, eine Art unregelmäßiger Netze bildend.

3) Die Verbindung dieser Gebilde mit den Parenchymzellen erfolgt nicht durch das Eindringen ins Innere dieser letzteren: dieselben verlaufen vielmehr auf ihrer Oberfläche, sich unregelmäßig schlängelnd und die Zellen vielseitig umfassend.

4) Die »Tracheenendzellen« sind nichts Anderes als die hautartig verbreiterte Peritonealschicht an der Basis der Tracheenkapillaren, welche pinselförmig von einer mit Chitinspirale versehenen Trachee ausstrahlen; ihre peripherischen Ausläufer stellen die Fortsetzung dieser letzteren auf die Kapillaren dar. Das ganze Verhalten ist mit gewissen embryonalen Zuständen des Tracheensystems zu homologisiren.

5) Die »Tracheenendzellen« stellen nicht den Sitz oder Ausgangspunkt der Lichtentwicklung vor. Wenn diese Erscheinung zuerst in ihrer Nähe zu Stande kommt, so ist es nur Folge davon, dass jene Gebilde durch ihre Verwandtschaft zum Sauerstoff einen Vorrath dieses Gases in sich aufgespeichert haben und nun denselben an die benachbarten Parenchymzellen in größerer Menge abgeben.

6) Das Leuchtvermögen ist lediglich an die Parenchymzellen der Leuchtorgane gebunden. Es erfolgt durch langsame Oxydation eines von denselben unter der Kontrolle des Nervensystems gebildeten Stoffes.

7) Die Parenchymzellen, aus denen die beiden, von den Autoren an den ventralen Leuchtorganen gefundenen Schichten bestehen, sind ihren morphologischen Eigenschaften (Gestalt, Größe, Verhalten zu Tracheen und Nerven) nach einander ganz gleich. Der Unterschied zwischen denselben beruht einzig und allein auf der chemischen Beschaffenheit ihrer Einschlüsse.

8) Die Parenchymzellen (ob alle?) sind mit feinen Nervenendästchen verbunden.

9) Die Leuchtorgane sind morphologisch dem Fettkörper gleichwerthig.

Anhang.

Das Leuchten der Eier von Lampyris splendidula betreffend.

Schon nachdem die vorliegende Arbeit zum Drucke abgeliefert war, bin ich in die Lage gekommen, die an Grashalmen und Blättern abgelegten Eier unserer Thiere näher zu untersuchen. Dabei kam ich zu Resultaten, welche meine oben ausgesprochenen Vermuthungen entschieden bestätigen. Ich fand nämlich, dass die Eier, welche gewöhnlich

zu mehreren abgelegt werden, falls sie sich als leuchtend erwiesen, auf ihrer Oberfläche eine größere oder kleinere Menge aus der Leibeshöhle stammender Substanzen, besonders die durch ihren Inhalt leicht erkennbaren Fettkörperballen enthielten. Es ist nun offenbar, dass bei der Eiablage sehr weitgehende Zerreißungen und Zerstörungen im Inneren des Körpers unserer Thiere stattfinden müssen. Dass dabei auch die Leuchtorgane nicht verschont werden können, erhellt schon auf den ersten Blick, wenn man ihre Lage und Verhältnis zum Fettkörper und zu den Geschlechtsorganen berücksichtigt. Die aus denselben stammende Substanz ist es also, welche bei diesen Vorgängen mit Eiern entleert, das Leuchten derselben, resp. ihrer nächsten Umgebung bewirkt.

Leipzig, den 15. Februar 1882.

Litteratur.

Radziszewski, Über die Phosphorescenz der organischen und organisirten Körper. Justus Liebig's Annalen der Chemie. 1880.

Leydig, Lehrbuch der vergleichenden Histologie. 1857.

Kölliker, Über den Bau der Leuchtorgane der Männchen der Lampyris splendidula. Sitzungsber. d. niederrh. Gesellschaft für Natur. und Heilkunde. 1864.

Kölliker, Über das Leuchten der Lampyris. Verhandlungen d. Würzb. phys.-med. Gesellsch. 1857.

Ph. Owsjannikow, Über das Leuchten der Larven von Lampyris noctiluca. Bull. de l'acad. des sciences de St. Pétersbourg. Tome VII. p. 55—61.

Max Schultze, Zur Kenntnis der Leuchtorgane der Lampyris splendidula. Archiv f. mikr. Anat. Bd. I. 1865.

Tiedemann, Physiologie des Menschen. Bd. I. 1830.

Milne-Edwards, Leçons sur l'anatomie et physiologie comparée. 1863.

Targioni-Tozzetti, Come sia fatto l'organo che fa lume nella lucciole volante. Mem. della soc. italiana di scienze naturali. Milano 1866.

Ph. Owsjannikow, Zur Kenntnis der Leuchtorgane der Lampyris noctiluca. Mém. de l'acad. de St. Pétersbourg. VII ser. Vol. II.

Leydig, Anatomisches über die Larve von Corethra plumicornis. Zeitschr. f. w. Zool. 1857.

O. und R. Hertwig, Coelomtheorie. Jen. Zeitschr. für Naturwissenschaften. 1881.

Weismann, Über die Entwicklung der Dipteren. Zeitschr. f. w. Zool. 1864.

Herm. Meyer, Über die Entwicklung des Fettkörpers der Tracheen und keimbereitenden Drüsen bei den Lepidopteren. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. I. (1849.)

E. Pflüger, Über die physiologische Verbrennung in den lebenden Organismen. Archiv für gesammte Physiologie. Bd. X.

Peters, Über das Leuchten der Lampyris italica. Müller's Archiv für Anat. und Physiol. 1841.

Matteucci, Leçons sur les phénomènes physiques des corps vivants. 1847.

Panceri, Etudes sur la phosphorescence des animaux marins. Ann. de sciences nat. 5me ser.

Claus, Grundzüge der Zoologie. 4. Aufl. Bd. II.

Leydig, Die augenähnlichen Organe der Fische. Bonn 1881.

Jousset de Bellesme, Journal de l'anat. et physiol. par Robin et Pouchet. Bd. XVI. p. 121 und Entomol. monthly Magaz. Bd. XVI. p. 244.

Newport, On the natural History of Glowworm. Proceedings of the Linnean Society 1857.

Th. Eimer, Bemerkungen über die Leuchtorgane der Lampyris splendidula. Archiv für mikr. Anatomie. Bd. VIII. p. 653.

Targioni-Tozzetti, Sull' organo che fa lume nelle lucciole volanti d'Italia. Bull. della Soc. Entom. Ital. vol. II. 1870.

Leydig, Über die Geruchs- und Gehörorgane der Krebse und Insekten. Reichert u. du Bois Reymond's Archiv 1860.

Leydig, Bemerkungen über die Farben der Hautdecken und Nerven der Drüsen bei Insekten. Archiv für mikr. Anat. Bd. XII.

C. Chun, Über den Bau, die Entwicklung und physiologische Bedeutung der Rectaldrüsen der Insekten. Abhandlungen der Senckenberg'schen naturf. Gesellschaft in Frankfurt. 1875.

Th. Engelmann, Über Drüsennerven. Pflüger's Archiv für die gesammte Physiologie. Bd. XXIV.

Leydig, Zum feineren Bau der Arthropoden. Reichert und du Bois Reymond's Archiv für Anat. und Physiol. 1857.

Heinemann, Über die Leuchtorgane der in Vera Cruz vorkommenden Leuchtkäfer Archiv für mikr. Anatomie. Bd. VIII. 1872.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXIII und XXIV.

Fig. 1. Senkrecht zur Längsachse eines weiblichen Individuums von Lampyris splendidula gelegter Schnitt durch die ventrale Leuchtplatte. Alkoholpräparat, nachher Behandlung mit verdünnter Glycerin-Alkoholmischung. Vergr. 235.

a, ventrale »Leuchtschicht«;

c, dorsale, doppeltbrechende Konkremente von harnsaurem Ammon führende Schicht;

d, in diese letztere eingepresster Längsmuskel;

b, durch Einwirkung der Glycerin-Alkoholmischung von den Konkrementen befreiter, an deren Stelle entsprechende punktförmige Hohlräume enthaltender Theil der dorsalen Schicht;

e, äußere Körperhaut (durchsichtige Cuticula) mit Tastbaaren.

Fig. 2. Ein anderer Schnitt durch dasselbe Organ. Vergr. 235. Bezeichnung wie in voriger Figur. Die dorsale Schicht durch das erwähnte Reagens gänzlich ihrer Einschlüsse beraubt und dadurch bedeutend aufgehellt. An beiden Abbildungen fällt die Unregelmäßigkeit der Abgrenzungslinie beider Schichten deutlich in die Augen.

Fig. 3. Theil eines Querschnittes durch ein erwachsenes Weibchen der Lampyris splendidula. Dieselbe Behandlung. Vergr. 235.

a, seitliche Leuchtknolle;

tr, Trachee derselben;

b b, Fettkörperballen nach Auflösung der Konkremente;

c, Cuticula.

Fig. 4—11. Verschiedene Formen der »Tracheenendzellen« bei verschiedener Intensität der Osmiumsäureeinwirkung. Vergr. 550.

tr, Trachee;

tre, Tracheenkapillare.

Fig. 4 und 5. Haupttrachee schon vor dem Eintritt in die Tracheenendzelle ihrer Spiralfaser beraubt.

Fig. 6. Ein seltener Fall, wo in Ausläufern der Tracheenendzelle mehr als eine Tracheenkapillare verläuft.

Fig. 7 und 9. Ungleichmäßig geschwärzte Tracheenendzellen.

Fig. 8. Durch Kalilauge aufgehellte Tracheenendzellen, den Verlauf der Kapillaren am deutlichsten zeigend.

Fig. 10. Nach totaler Auflösung der Tracheenendzellen hinterbleibendes Tracheenendästchen mit Kapillaren.

Fig. 11. Intensiv geschwärzte Tracheenendzelle mit der Andeutung einer differenzirten Oberflächenschicht (*a*).

Fig. 12 und 13. Tracheenstücke aus den lateralen Leuchtknollen der Weibchen von Lampyris splendidula. Vergr. 550.

Fig. 14 und 15. Tracheenstücke aus den Leuchtknollen der Larve von Lampyris noctiluca. Fig. 14 550mal, Fig. 15 235mal vergrößert.

Fig. 16. Ein auf der Leuchtknolle der Larve von Lampyris noctiluca liegender starker Tracheenzweig mit (durch Osmium) gebräunter, üppiger Matrix. Vergr. 235.

ma, Matrix; *n*, Zellkerne derselben.

Fig. 17—19. Tracheenendzellen aus der Oberfläche der Fettkörperlappen und anderen inneren Organen von Lampyris splendidula. Fig. 17 und 18. Vergr. 235. Fig. 19. Vergr. 550.

Fig. 20. Anastomosirende Tracheenkapillaren aus den ventralen Leuchtplatten von Lampyris splendidula. Nach Behandlung mit Kalilauge gezeichnet. Verg. 550.

Fig. 21 und 22. Zellen aus dem Parenchym der Leuchtorgane von Lampyris splendidula in ihrem Verhalten zu den Tracheenkapillaren. In Fig. 21 sieht man die Vereinigung (Anastomosen) der von allen Seiten her kommenden Kapillaren. Vergr. 550.

Fig. 23 *a—c* und Fig. 24. Verschiedene Tracheenstücke (aus geschlechtsreifen Individuen wie auch Larven beider Species) mit den sich an dieselben ansetzenden Bindegewebsfädchen.

tr, Tracheenintima;

pe, Peritonealhaut der Trachee;

bd, Bindegewebsfädchen.

Fig. 25. Tracheenstück in Verbindung mit einem Nerven. Vergr. 235.

Fig. 26. Drei neben einander liegende und durch Tracheenendzellen verbundene Fettkörperballen. Osmiumsäurepräparat. Die krystallinischen Konkremente extrahirt.

Fig. 27. Tracheengeflecht von der Oberfläche der männlichen Drüsen von Lampyris splendidula. Tracheenendzellen. Kapillaren. Bei *a* verbreiterte Matrix. Osmiumsäurepräparat. Vergr. 550.

Fig. 28. Tracheenendstück aus der Seitenregion des Abdomens der Larve von Lampyris splendidula. Vergr. 550.

a, verbreitertes Tracheenende;

bd, Bindegewebsfädchen (? vielleicht im Inneren feine Chitinröhrchen enthaltend);

Fig. 29. Ein Nervenendstück aus der lateralen Leuchtknolle von Lampyris splendidula, mit den damit verbundenen Parenchymzellen. Vergr. 235.

Fig. 30. Eine einzige »Leuchtzelle« mit dem Nervenfädchen und zwei Stücken von Tracheenkapillaren. Vergr. 550.

ne, Nerv;

tr, Tracheenkapillaren.

Fig. 31 *a* und *b*. Unbekannte Nervenendigungen aus dem Körper der Lampyris noctiluca.

ne, Nervenstück;

m, zellige, vielkernige (vielleicht freie Nervenenden darstellende Gebilde, welche in (*a*) den ganzen Seitenast des Nervenstückes dicht besetzen. Vergr. 550.

Fig. 32. Knollenförmige Verdickung eines an eine Kopftrachee herantretenden Nerven der Larve von Lampyris noctiluca.

N, Nervenast; *tr*, Tracheenintima; *ma*, Tracheenmatrix; *n*, Zellkerne.

Fig. 33. Verschieden große Fettkörperballen aus der Leibeshöhle des Weibchens von Lampyris noctiluca. Vergr. 235. Alkoholpräparat.

n, Zellkerne;

f, Fetttropfen;

tr, Trachee.

Fig. 34. Netzförmig durch Bindegewebsstränge mit einander verbundene Fettkörperballen aus der erwachsenen Larve von Lampyris noctiluca. Vergr. 235.

Fig. 35. Theil eines Querschnittes durch das Abdomen einer erwachsenen Larve von Lampyris noctiluca. Oberer Seitenzipfel des Körpers. Alkoholpräparat. Vergrößerung 235.

Cu, äußere Chitinhaut;

B, hypodermales Chitingerüst;

Hy, protoplasmatische Hypodermis mit Zellkernen;

T, Tastzellen;

N, mit letzteren verbundene Nervenfädchen;

F, dicht an einander gepresste, einzelne kernhaltige Zellenterritorien aufweisende Fettkörperballen.

Fig. 36. Ein Tracheenästchen aus dem Seitentheile des Abdomens eines weiblichen Individuums von Lampyris splendidula, mit seinen Verzweigungen und durch letztere resp. feine Bindegewebsfädchen befestigten großen Zellen. Vergrößerung 235. Osmium-Alkoholpräparat.

Ma, Tracheenmatrix;

Ca, Tracheenkapillaren (durchweg doppelt konturirt und hell gehalten);

Bd, Bindegewebsfädchen (durchweg dunkel gehalten);

Z, große Zellen;

N, Zellkerne derselben.

Fig. 37 *a* und *b*. Zwei »große Zellen« in ihrem Zusammenhang mit Tracheen dargestellt. Vergr. 550. Osmiumsäurepräparat.

Tr, Trachee;

Trz, Tracheenendzellen (hier nur mit einem »Fortsatz«);

Ca, Tracheenkapillare, in (*b*) eine Schlinge um die hier aus ihrer ursprünglichen Lage verschobene Zelle;

Bd, zur Befestigung der Zelle an die Tracheenmatrix dienende Bindegewebsfädchen. In *a* sind sie sehr kurz, fast nur durch eine Ausstülpung der Zellmembran dargestellt.

Fig. 37 *c*. Zwei solche Zellen dem Verbindungsfaden zweier Fettkörperlappen der Larve von Lampyris noctiluca aufsitzend.

Fig. 37 *d*. Eine mit mehreren Fortsatzen der Membran versehene Zelle. Vergrößerung 550.

Fig. 38. Drei mit einander verklebte große Zellen aus der Leibeshöhle der Larve von Lampyris noctiluca. Vergr. 235.

Fig. 39. Ein Fettkorperballen des Weibchens von Lampyris noctiluca mit einer »großen Zelle« verbunden. Vergr. 235.

Fig. 40. Stück der Hypodermis eines weiblichen Individuums von Lampyris splendidula, mit Nervenausbreitung und Tastzellen. Osmiumsäurepräparat. Färbung mit Hämatoxylin. Vergr. 235.

N, Nerv;

T, Tastzellen;

Tb, Tastborsten;

Hy, deutlich unterscheidbare Hypodermiszellen mit ihren Kernen.

Fig. 41. Stärker durch Osmium afficirte Tastzellen. Vergr. 235.

P, schwarze runde Osmiumniederschläge.

Fig. 42. Oberflächenansicht der Haut der erwachsenen Larve von Lampyris noctiluca. Vergr. 50.

Fig. 43. Innerer Theil eines Querschnittes durch den Mastdarm einer Larve von Lampyris noctiluca. Vergr. 235.

a, Ringmuskel; *b*, zellige Auskleidung des Darmes;

c, Chitinauskleidung mit Tasthaaren.

Fig. 44 *I—II*. Senkrechte Schnitte durch die Haut der Larve von Lampyris noctiluca. Vergr. 232. (*II* in der Herzgegend.)

a, den Tasthaaren korrespondirende Unterhautzellen mit ihren als Nervenfädchen gedeuteten Ausläufern;

b, chitinöses Gerüst der Unterhaut;

c, innere, tief schwarze, undurchsichtige Schicht der Cuticula;

d, äußere, durchsichtigere und mit Warzen versehene Schicht derselben;

e, ein Dorsoventralmuskel;

f, Fettkörperballen (in Umrissen); *h*, Herz;

i, eigenthümliche Verdickung der hier durchsichtigen, hellgelb gefärbten Chitinschicht.

Fig. 45. Einige Muskelfasern aus dem Körper der Lampyris splendidula (♀) mit deutlich hervortretenden Resten der Bildungszellen. Vergr. 235.

Fig. 46. In Auflösung begriffene Harnsäurekonkremente aus dem Fettkorper von Lampyris splendidula. Vergr. 550.

VITA.

Ich, Heinrich Ritt. v. Wielowiejski, ältester Sohn von Wladislav Ritt. v. Wielowiejski, Großgrundbesitzer in Ostgalizien, wurde am 18. Mai 1860 in Lemberg in Galizien geboren. Meine erste Bildung genoss ich im elterlichen Hause bis zum Jahre 1873, wo ich das Gymnasium in Stanisławów in Galizien bezog, um daselbst im Jahre 1878 das Abiturientenexamen abzulegen. Meine Universitätsstudien begann ich in Lemberg, wo ich bei Professor Radziszewski in der Chemie, bei Professor Ciesielski und Dr. Kamieński in der Botanik, bei Professor Syrski in der Zoologie und bei Dr. Ochorowicz in der Philosophie gearbeitet habe. Im Wintersemester 1880/81 bezog ich die Universität Jena, wo ich unter dem entscheidenden Einflusse Professor Strasburger's mich hauptsächlich der Zoologie zuwandte, die Vorlesungen von Professor Haeckel über allgemeine Zoologie und vergleichende Anatomie der Wirbelthiere und das zoologische Practicum, die Vorlesungen von Professor Oscar Hertwig über Entwicklungsgeschichte und Histologie, und die Vorlesungen von Professor Richard Hertwig über die Arthropoden und über vergleichende Entwicklungsgeschichte im Laufe der zwei in Jena zugebrachten Semester besuchte. Außerdem hörte ich die Vorlesungen von Hofrath Professor E. Strasburger über die Kryptogamen und arbeitete in dessen Laboratorium, so wie die Vorlesungen über Geschichte der Philosophie von Professor Eucken, mich auch an dem philosophischen Seminar desselben betheiligend. Hauptsächlich arbeitete ich aber während des Sommersemesters 1881 in dem histologischen Laboratorium von Herrn Professor Oscar Hertwig, welchem ich für die gütige Unterstützung in den ersten Schwierigkeiten der histologischen Praxis meinen Dank erstatte.

Im Wintersemester 1881/82 bezog ich die Universität Leipzig, wo ich beim Geheimrath Professor Dr. Rud. Leuckart die Vorlesungen über vergleichende Anatomie, beim Geheimrath Professor Dr. Hermann Kolbe die Vorlesungen über organische Chemie und beim Hofrath Professor Dr. Schenk die Vorlesungen über Pflanzenphysiologie hörte.

Meine Promotionsarbeit brachte ich im zoologischen Laboratorium des Herrn Geheimrath Professor Dr. Leuckart zu Stande, und erlaube mir hiermit demselben für die Güte, mit welcher er mich durch seinen unschätzbaren Rath und litterarische Hilfsmittel immer bereitwillig versorgte, meinen innigsten Dank auszusprechen.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

Fig. 1.

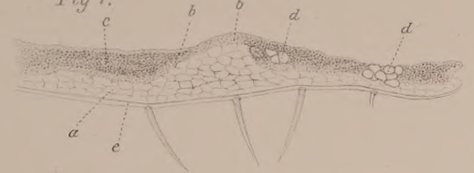


Fig. 2

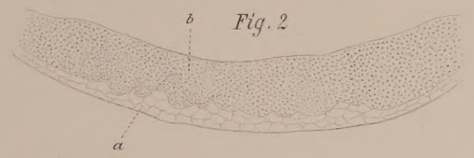


Fig. 3.

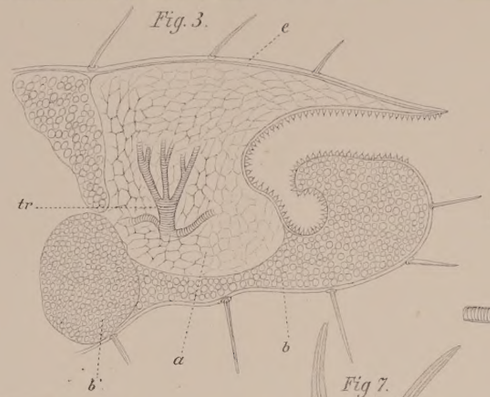


Fig. 4.

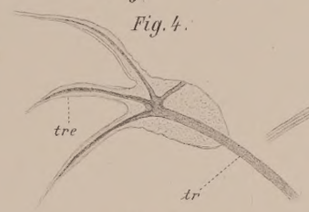


Fig. 5.

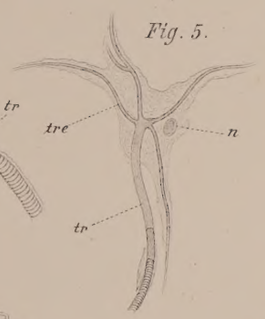


Fig. 6.

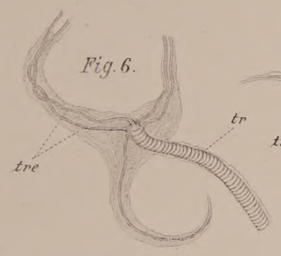


Fig. 7.

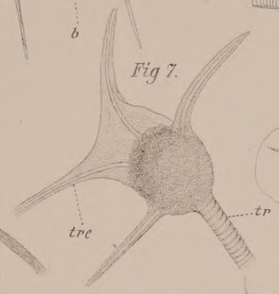


Fig. 9.

Fig. 10.

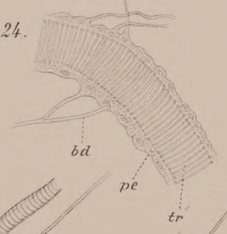


Fig. 11.

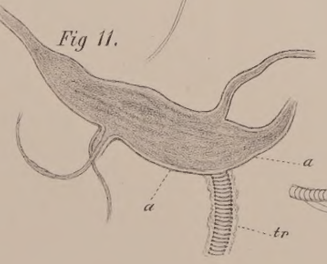


Fig. 14.

Fig. 8.

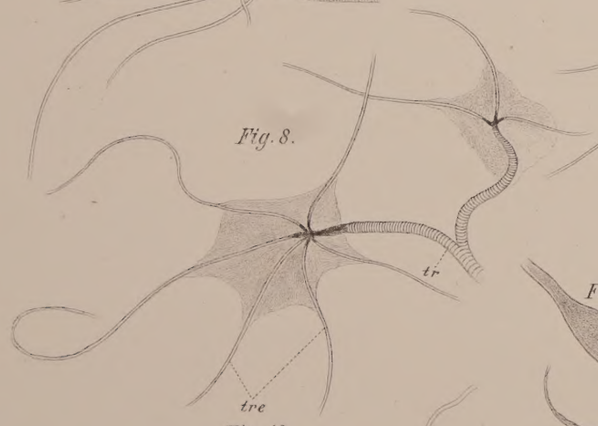


Fig. 18.

Fig. 24.

Fig. 15.

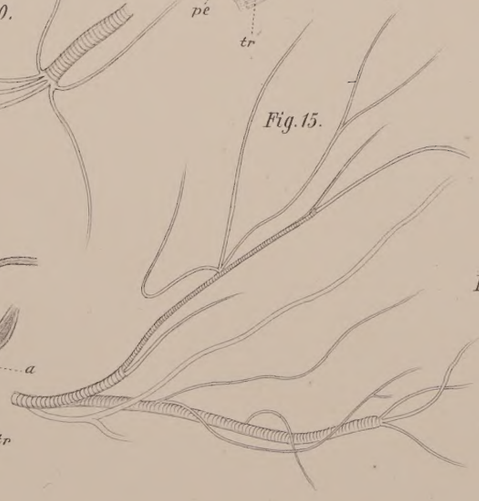


Fig. 21.

Fig. 19.

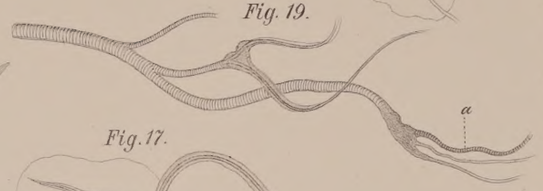


Fig. 17.

Fig. 13.

Fig. 22.

Fig. 16.

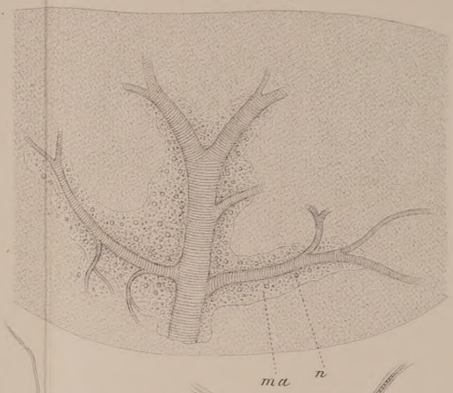


Fig. 12.

Fig. 23.e.

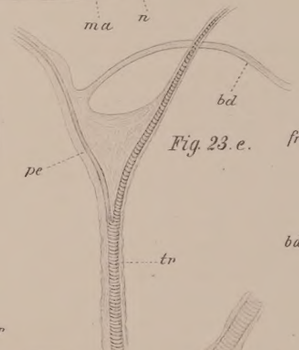


Fig. 23.d.

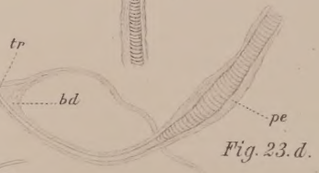


Fig. 23.b.

Fig. 23.c.

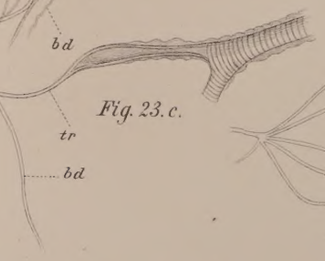


Fig. 25.

Fig. 23.a

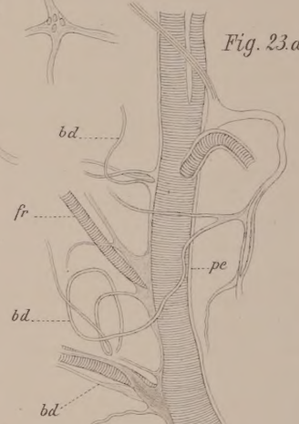
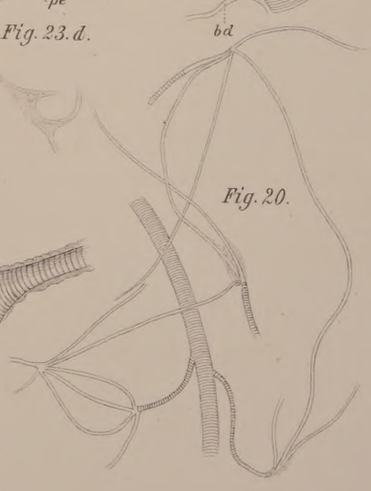


Fig. 20.



Verlag v. Wilh. Engelmann, Leipzig

Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig

Fig. 26.

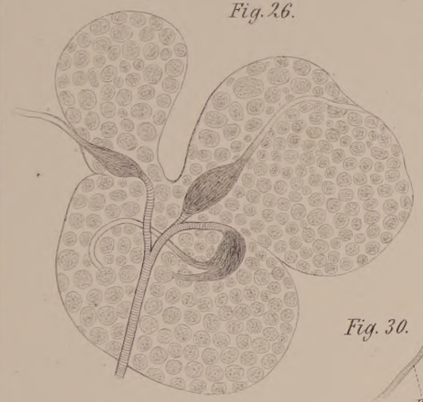


Fig. 31a.

Fig. 31b.

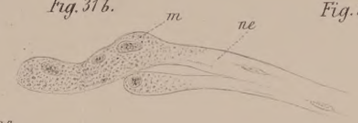


Fig. 38.

Fig. 37a.

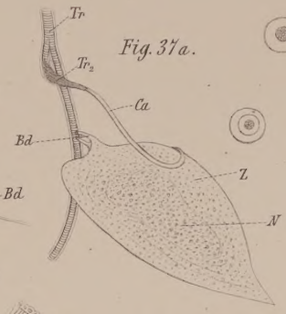


Fig. 46.

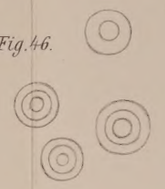


Fig. 35.

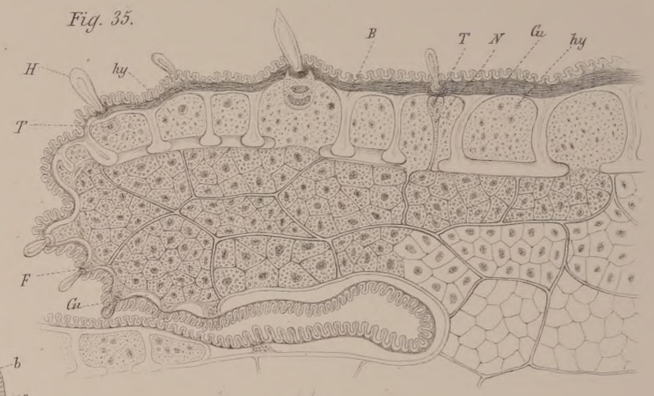


Fig. 30.

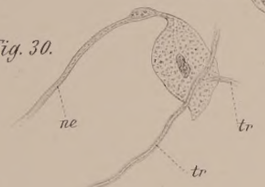


Fig. 33.

Fig. 37d.

Fig. 43.

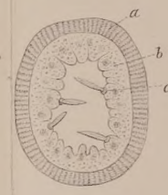


Fig. 27.

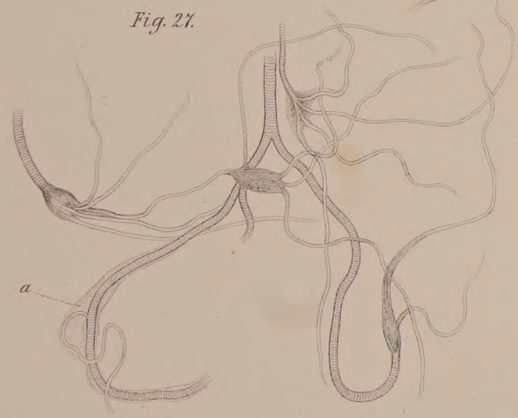


Fig. 32.

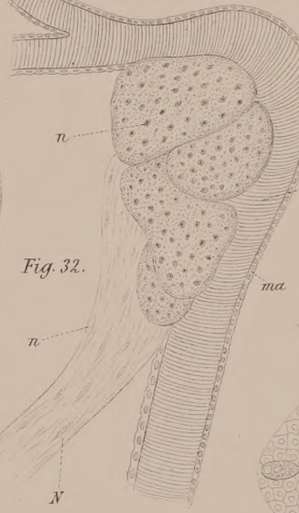


Fig. 45.

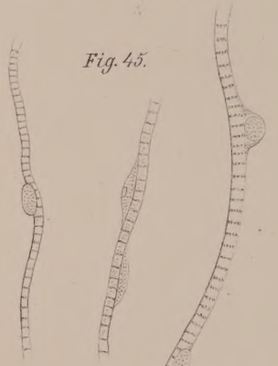


Fig. 44b.

Fig. 29.

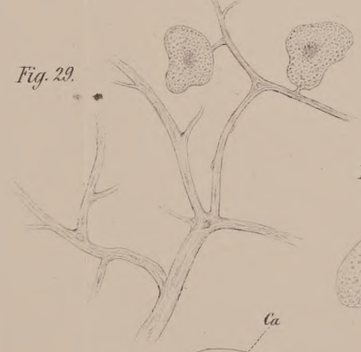


Fig. 39.

Fig. 40.

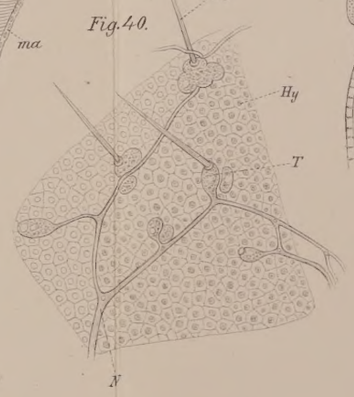


Fig. 44a.

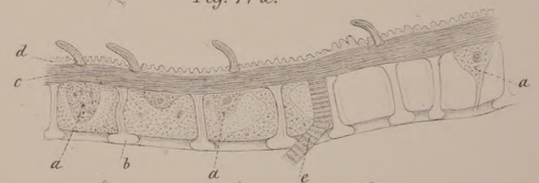


Fig. 28.

Fig. 37b.

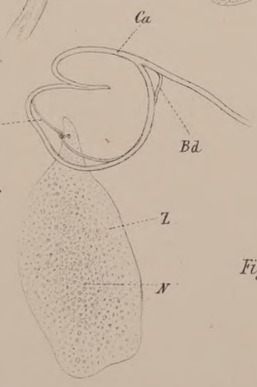


Fig. 34.

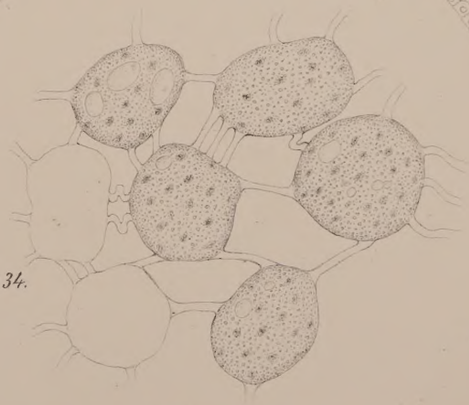


Fig. 41.

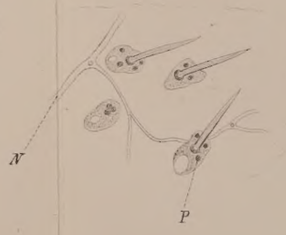


Fig. 42.

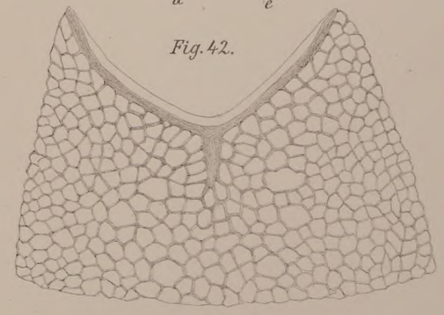


Fig. 36.

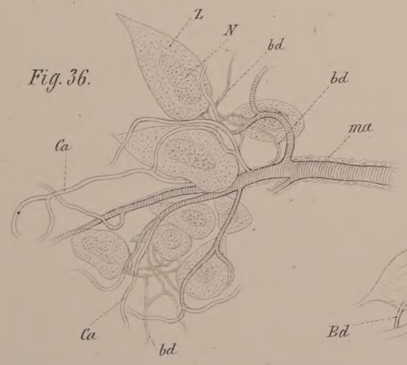
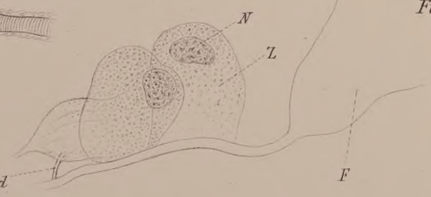


Fig. 37c.



Verlag v. Wilh. Engelmann, Leipzig.

Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.